

Juha-Pekka Mustonen

## **PROFIBUS-KENTTÄVÄYLIEN TESTAUSYMPÄRISTÖ JA MITTAUKSIEN KEHITTÄMINEN**



# PROFIBUS-KENTTÄVÄYLIEN TESTAUSYMPÄRISTÖ JA MITTAUKSIEN KEHITTÄMINEN

Juha-Pekka Mustonen  
Opinnäytetyö  
25.8.2011  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Automaatiotekniikka	Insinöörityo	44	+	26
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Projektointi	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Rautaruukki Oyj	Juha-Pekka Mustonen			
Työn nimi				
Profibus-kenttäväylien testausympäristö ja mittauksien kehittäminen				
Avainsanat				
Profibus, ProfiTrace, FieldCare, kenttäväylä, kunnonvalvonta				

Työ tehtiin Rautaruukki Oyj:n Raahen tehtaan korjaamolle. Työssä suunnitellaan ja rakennetaan testausympäristö Profibus-kenttäväylien kunnonmittauksille ja väylälaitteiden testaukselle eri PC-pohjaisia työkaluja käyttäen. Työn tavoitteena on toimia harjoitus- ja testilaitteistona kenttäväyliin liittyvissä ongelmissa.

Työ kattaa harjoituslaitteiston suunnittelun, rakentamisen, ohjelmoinnin, PC-työkalujen käyttöönoton ja niiden pikaohjeiden laatimisen. Tarvittavat tiedot laitteistoon ja ohjelmistoihin liittyen haettiin pääasiassa Internetistä sekä laitetoimittajilta. Testausympäristön suunnittelun lähtökohtana oli, että siihen sisällytettäisiin pääpiirteittäin samoja laitteita kuin tehtaalla on jo käytössä.

Työn tuloksena saatiin testausympäristö kenttäväylätekniikkaan tutustumiseen sekä kenttäväylien ja laitteiden vianhakuun. Lisäksi laadittiin pikaohjeet väylä ja kenttälaitteiden PC-työkaluille, joiden avulla uuteen tekniikkaan tutustuminen helpottuu.

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	5
2 PROFIBUS-LAITTEISTO.....	6
2.1 Kenttäväylä.....	6
2.2 Kenttäväylien kunnonvalvonta.....	6
2.3 Profibus-kenttäväylä.....	7
2.3.1 Profibus DP .....	9
2.3.2 Profibus PA.....	10
2.3.3 GSD-tiedostot .....	11
2.3.4 Väylärakenne ja asennus .....	12
2.3.5 Dokumentointi.....	17
2.4 Ohjelmat .....	17
2.4.1 Simatic Step 7 .....	17
2.4.2 ProfiTrace .....	18
2.4.3 FieldCare .....	18
2.5 Siemens S7-300.....	19
2.6 Älykkäät kenttälaitteet .....	21
3 TESTAUSYMPÄRISTÖ .....	22
3.1 Testausympäristön suunnittelu ja rakentaminen .....	22
3.2 S7-300 logiikka.....	24
3.2.1 HW-konfigurointi .....	24
3.2.2 Ohjelmointi.....	26
3.3 ProfiTrace.....	27
3.3.1 Laitediagnostiikka .....	28
3.3.2 Väylävirheet .....	30
3.3.3 Topology Scan.....	34
3.4 FieldCare.....	35
3.5 Käyttöohjeet .....	37
4 POHDINTA .....	39
LÄHTEET.....	41
LIITTEET .....	44

# 1 JOHDANTO

Ruukin Raahen tehtaalla uusitaan jatkuvasti automaatiota kovalla vauhdilla. Tästä seuraa, että myös tiedonsiirto uudistuu ja vanhat tiedonsiirtomenetelmät saavat siirtyä uuden tieltä. Erilaiset kenttäväyläratkaisut ovat siis nykypäivää ja näin ollen täytyy kunnossapitohenkilöstölläkin olla riittävä tietotaito kenttäväylien ja laitteiden ylläpitämiseen.

Erilaisia Profibus-kenttäväyläratkaisuja on tällä hetkellä Ruukin Raahen tehtaalla yli sadassa kohteessa. Kenttäväyläosaamisen tietotaidon kartuttaminen kentällä voi olla hankalaa ja erehdykset tulla kalliiksi. Niinpä kenttäväylien testausympäristön rakentaminen on vähintäänkin perusteltua.

Testausympäristö koostuu ohjaavasta logiikasta, johon liitetään Profibus-väylän avulla Profibus DP, Profibus PA sekä Hart-laitteita. Tarvittavat laitteet kootaan pääasiassa koteloon, joka on sijoitetaan korjaamon taajuusmuuttajien koestuspaikalle.

Työ on tarkoitettu palvelemaan monipuolisesti niin korjaamon omaa henkilöstöä kuin kentällä olevaa kunnossapitohenkilöstöäkin. Työn kaksi pääasiallista tarkoitusta on olla opetuslaitteistona kenttäväylien kunnonmittauksille ja testilaitteistona testattaessa väylälaitteita eri PC-pohjaisia työkaluja käyttäen.

## **2 PROFIBUS-LAITTEISTO**

### **2.1 Kenttäväylä**

Kenttäväylällä tarkoitetaan digitaalista, kaksisuuntaista ja sarjaväyläistä verkkoa, johon voidaan liittää laitteita, kuten säätimiä, lähettimiä, kytkimiä ja antureita. Kenttäväylätekniikka mahdollistaa järjestelmän eri toimintojen hajauttamisen kenttäinstrumenteille. Kenttäväylässä laitteet voivat siis tehdä yksinkertaisia toimintoja itsenäisesti. (Oulun yliopisto 2007, 7.)

Verrattaessa perinteisellä tiedonsiirrolla toteutettua automaatiojärjestelmää kenttäväylällä toteutettuun ratkaisuun havaitaan, että kenttäväylätekniikka vähentää huomattavasti kaapelointia, liityntäelektroniikkaa ja kenttätason yläpuolista laskentakapasiteetin tarvetta. Lisäksi kenttäväyläratkaisut mahdollistavat uudenlaisen diagnostiikkatiedon hyödyntämisen, jolloin prosessin hallinta ja ylläpito helpottuu. (Oulun yliopisto 2007, 7.)

### **2.2 Kenttäväylien kunnonvalvonta**

Digitaalisten kenttäväylien jatkuvasti yleistyessä on herännyt tarvetta myös niiden kunnonvalvonnalla. Kenttäväylien kuntoa voidaan valvoa mittaamalla, ja nämä mittaukset voidaan jakaa kahteen ryhmään, passiivisiin kaapelimitauksiin ja aktiivisiin mittaussivestianalyysihin.

Passiivisilla kaapelimitauksilla tarkoitetaan virrattomana tehtäviä mittauksia, joilla saadaan selville kytkentöjen hyvydet, epäjatkuvuuskohdat sekä maa-doitusten kunto. Näitä mittauksia voidaan tehdä perinteisellä yleismittarilla kapasitanssi- ja resistanssialueella. Kaapelitutkalla suoritettavat mittaukset kuuluvat myös tähän joukkoon ja niillä voidaan selvittää kaapelisegmenttien pituuksia sekä epäjatkuvuuskohtia. (Pohjola 2006, 8–9.)

Aktiivisilla mittauksilla tarkoitetaan väylän signaalikehysmittauksia, joita tehdään virralliselle väylälle normaaliajon aikana. Mittauksen perimmäinen tarkoitus on varmistaa mittausviestin ja datan häiriötön toiminta kaikissa tilanteissa. Nämä mittaukset voidaan jakaa vielä kahteen ryhmään, sanomakehysanalyysiin ja signaalikehysmittauksiin. Kehysanalyysissä tarkkaillaan väylälaitteiden kommunikointia väyläasemakohtaisesti ja myös laitediagnostiikka on tässä todettavissa. Signaalikehysmittauksissa keskitytään itse signaaliin ja siihen mahdollisesti vaikuttaviin häiriöihin. Signaalista nähdään suoraan väylän päättäminen, häiriötasot ja signaalikeyhykset laitekohtaisesti. (Pohjola 2006, 8–9.)

Väylämittaukset ovat osa mittaavaa kunnossapitoa ja niiden perusteella voidaan ennakoida tulevia häiriötilanteita ajoissa. Mitattu data voi olla todella arvokasta myöhempiä vikatilanteita silmälläpitäen, sillä ongelmatilanteessa mittaustietoja voidaan verrata käyttöönoton tilanteeseen ja sitä kautta paikantaa vikakohde helpommin. (Pohjola 2006, 8–9.)

## **2.3 Profibus-kenttäväylä**

Profibus (Process Field Bus) on automaatioissa yleisesti käytetty standardoitu kenttäväylä, joka esiteltiin jo vuonna 1989. Vuoden 2010 loppuun mennessä oli asennettu jo yli 35 miljoonaa Profibus-laitetta, joista 5,4 miljoonaa prosessiteollisuudessa. (Profibus 2010.)

Profibus on toimittajasta riippumaton avoin kommunikointiprotokolla ja se perustuu EN 50 170 standardiin. Profibus-kenttäväylä soveltuu erilaisiin valmistus ja prosessiautomaatio ja rakennusalan tarpeisiin. Profibus-väylän avulla eri valmistajien väylälaitteet voidaan liittää toisiinsa ilman rajapintoihin tehtäviä muutoksia. Lisäksi sen avulla voidaan käyttää nopeaa aikakriittistä tiedonsiirtoa sekä suorittaa laajoja monimutkaisia kommunikaatiotehtäviä. (Vacon 2011, 7.)

Tässä kenttäväyläjärjestelmässä erotellaan isäntä(master)- ja orjalaitteet(slave), joiden välillä tietoa välitetään tulo/lähtö-kentän kautta. Isäntälait-

teelta kirjoitetaan orjalaitteen lähtötiedot ja orjalaitteelta vastataan lähettämällä tulotiedot isäntälaitteelle. (Vacon 2011, 7.)

Profibus-väylän tiedonsiirtotelegrammit määritellään IEC 61158 -standardissa. Siirrettävän datan pituus voi olla joko kiinteä tai muuttuva. Kiinteä data on pituudeltaan kahdeksan tavua ja siirrettävä data voi olla 1–246 tavua. Kiinteän ja siirrettävän datan telegrammien muodot poikkeavat jonkin verran toisistaan. Taulukossa 1 on nähtävillä telegrammityyppien selitykset. (Introduction to Profibus 2002, 14–16.)

*TAULUKKO 1. Profibus-sanomakehysrakenne. (Introduction to Profibus, 2002, 15–16.)*

Selite	SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU	FCS	ED
Pituus	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	vaihtelee	tavu	tavu

SD = Start Delimiter, alkuerotin

LE = Length, siirrettävän datan pituus

LEr = Length repetition, siirrettävän datan pituus toistettuna

DA = Destination Address, kohteen osoite

SA = Source Address, lähettäjän osoite

FC = Function Code, funktiokoodi

DSAP = Destination Service Access Point, kohteen portti

SSAP = Source Service Access Point, lähettäjän portti

DU = Data Unit, Datakenttä (hyötydata)

FCS = Frame Checking Sequence, kehyksen tarkistussekvenssi

ED = End Delimiter, loppuerotin

Edellisessä kohdassa käsitellyt telegrammien pituudet ovat telegrammissa siirtyvien tavujen lukumäärä. Fyysisessä tiedonsiirrossa jokaisen tavun eli kahdeksan bitin siirtämiseen tarvitaan 11 bittiä. Näin ollen tiedonsiirto koostuu aloitusbitistä, kahdeksasta databitistä, pariteettibitistä ja lopetusbitistä. (Introduction to Profibus 2002, 15.)



### 2.3.1 Profibus DP

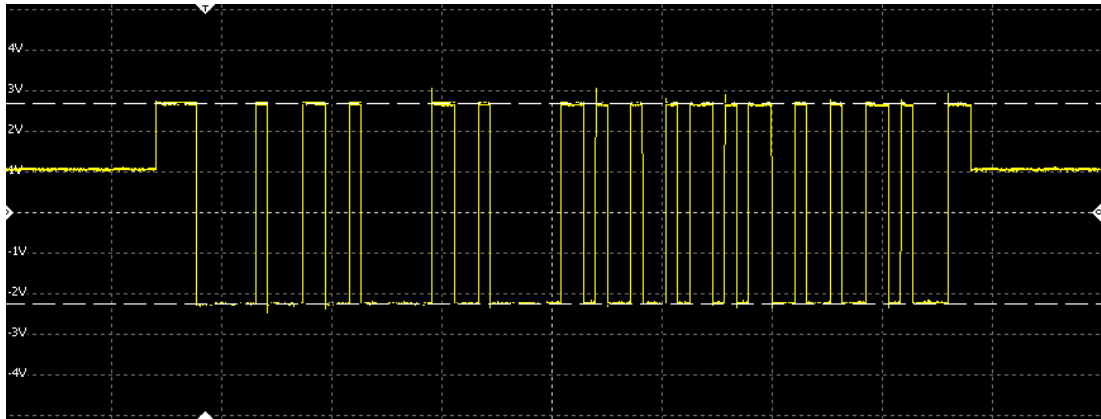
Profibus DP on kenttäväyläratkaisu, joka on tarkoitettu nopeaan tiedonsiirtoon laitteiden välille. Sen pääsiallinen tarkoitus on toimia kommunikointiyhteytenä automaatiojärjestelmän ja hajautetun laitetason välillä. Profibus DP -väylällä voidaan korvata perinteinen milliampeeri/jännite-viestiin perustuva kommunikointi. Väylän tiedonsiirtonopeus voidaan valita väliltä 9,6 - 12000 *kbit/s*. (Vacon 2006, 7.)

Profibus DP jaetaan eri versioihin kommunikoinnista riippuen. Eri versiot tukevat joko master-slave-, master-master- tai slave-slave-kommunikointia. Nämä eri versiot ovat DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. (Process field bus 2011.)

DP-V0 tukee peruskommunikointia master- ja slave-laitteen välillä sisältäen synkronisen tiedonsiirron, laitekohtaisen diagnostiikan sekä laitteiden lisäämisen ja poistamisen. DP-V1 tuo lisäominaisuuksia DP-V0:n rinnalle. Se kattaa asynkronisen tiedonsiirron ja mahdollistaa laitteiden parametroidin sekä kalibroinnin ajon aikana. DP-V2 on kaikkein uusin kattavin versio Profibus DP -väylästä. Se mahdollistaa slave-slave kommunikoinnin, jolla saadaan väylää nopeammaksi ja kuormitusta pienemmäksi, koska kaiken käsiteltävän datan ei tarvitse kulkea master-laitteen kautta. (Process field bus 2011.)

#### DP-signaali

Profibus DP -väylän hyväksyttävä signaali on lähes puhdasta kanttiaaltoa, jonka keskimääräinen amplitudi on 5 V (kuva 1). Käytännössä amplitudi voi olla korkeampi kunhan signaali on edelleen kanttiaaltoa, sillä uudet RS 485 -laitteet voivat tuottaa ja käsitellä korkeampaa amplitudia. On myös tärkeää, että lepotilassa (1V:n taso), eli silloin kun dataa ei siirretä, signaalissa on vähiten kohinaa. (User Manual Profitrace 2.5.1, 61.)



KUVA 1. Hyväksyttävä DP- signaali

### 2.3.2 Profibus PA

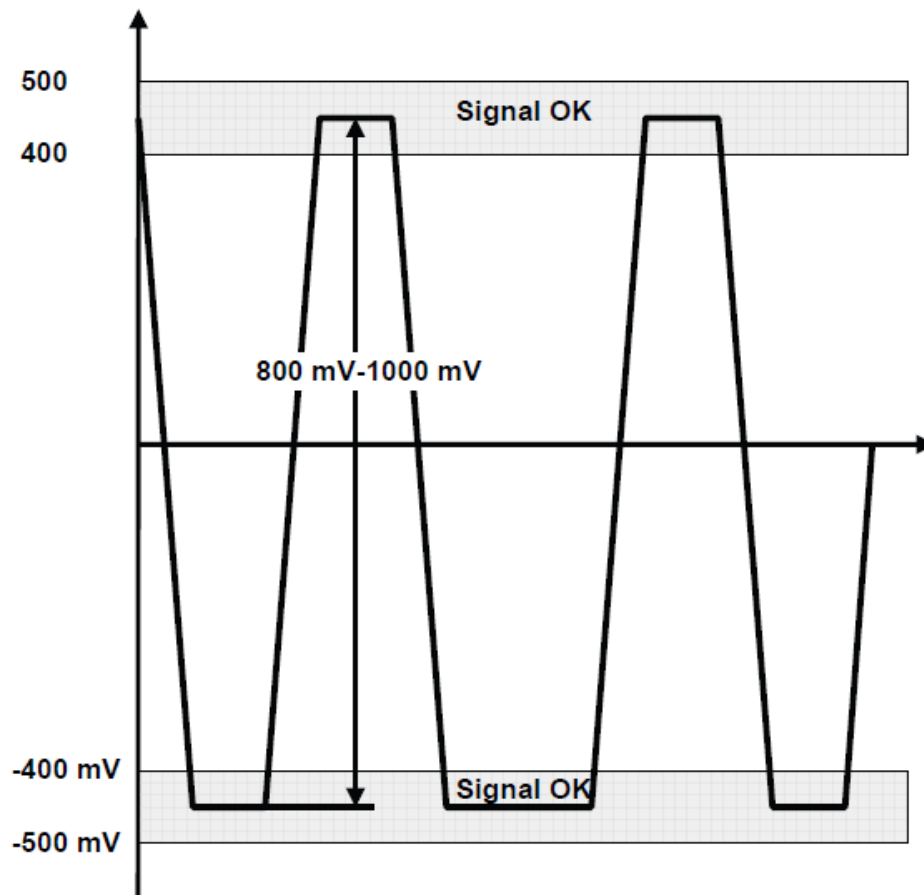
Profibus PA on tarkoitettu erityisesti prosessiautomaation eri tarpeisiin. Tämä Profibus-versio toimii yleensä Profibus DP -väylän yhteydessä. Profibus PA:n avulla liitetään yhteiseen väylään antureita ja toimilaitteita luonnostaan vaarattomille alueille sekä räjähdysvaarallisille alueille. Profibus PA siirtää tietoa ja virtaa samaa väylää pitkin, jolloin kenttälaitteet eivät tarvitse erillistä ohjausjännitettä. Tämä väyläratkaisu käyttää kansainvälistä IEC1158-2-standardin mukaista 2-lankatekniikkaa. Väylän nopeus on kiinteä eli 31,25 kbit/s. (Vacon 2006, 7.)

#### PA-signaali

Ideaalinen Profibus PA -signaali DP/PA-muuntimelta mitattuna kohteissa, jotka eivät ole räjähdysvaarallisia, tulisi olla enintään 32 VDC. Tyypillinen arvo on 19 VDC. Räjähdysvaarallisissa kohteissa suurin sallittu jännite on 13,5 VDC. Jos jännite laskee alle 9 VDC, Profibus PA -laitteet lakkaavat toimimasta. Tällainen tilanne voi johtua esimerkiksi liiallisesta laitemäärästä tai pitkistä kaapeleista. (Profibus Installation Guideline for Commissioning 2006, 66.)

Itse datasignaalin tulisi käytännössä olla välillä 800 mV - 1 000 mV (kuva 2). Suurempi arvo voi tarkoittaa puuttuvaa päätevastusta ja pienempi arvo liian

montaa päätevastusta. Lisäksi kohinatason tulisi olla alle 150 mV, mieluiten alle 75 mV. (Profibus Installation Guideline for Commissioning 2006, 66–67.)



KUVA 2. Ideaalinen Profibus PA -datasignaali. (Profibus Installation Guideline for Commissioning 2006, 67.)

### 2.3.3 GSD-tiedostot

Jotta eri laitteita voidaan liittää Profibus-väylään, tulee niille olla omat GSD (General Station Description)-tiedostot. Periaatteessa GSD-tiedosto sisältää tiedon siitä, mitä laitteella voidaan tehdä ja mihin laite pystyy. (Procentec 2011.)

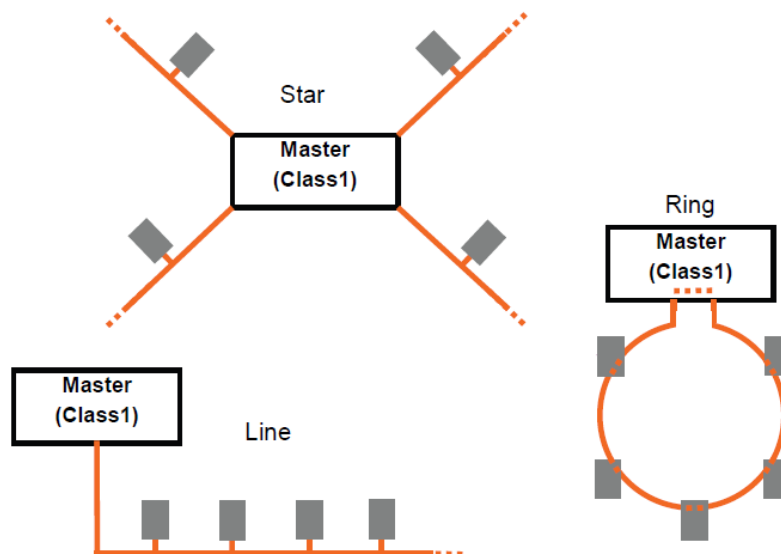
GSD-tiedostoa käytetään määrittämään perustoiminnallisia ominaisuuksia Profibus-laitteelle. Lisäksi se edistää yhteensopivuutta ja vaihdettavuutta. Kun tiedosto luodaan Profibus-konfigurointityökalulla, on eri valmistajien laitteet mahdollista liittää väylään Plug&Play periaatteella. Tyypillisesti GSD-

tiedostot sisältävät valmistajan tiedot, tiedonsiirtonopeuden, syklisen tiedonsiirron ja käytettävissä olevat I/O-signaalit. (PI Profibus & Profinet 2011.)

GSD-tiedostot ovat saatavilla kaikkiin Profibus-laitteisiin. Periaatteessa jokainen laitevalmistaja toimittaa laitteen mukana GSD-tiedoston tai sitten se on jollain muulla tapaa saatavissa esimerkiksi valmistajan kotisivuilta. (PI Profibus & Profinet 2011.)

### 2.3.4 Väylärakenne ja asennus

Profibus-väylä voidaan toteuttaa kolmea eri väylärakennetta käyttäen (kuva 3). Rakenteita ovat tähti (star), rengas (ring) ja väylä (line); näistä yleisimmin käytetty ja suositeltavin rakenne on väylä. Väylärakenne voidaan jakaa eri osiin, joita kutsutaan segmenteiksi. (Profibus Installation Guideline for Planning 2009, 46–49.)

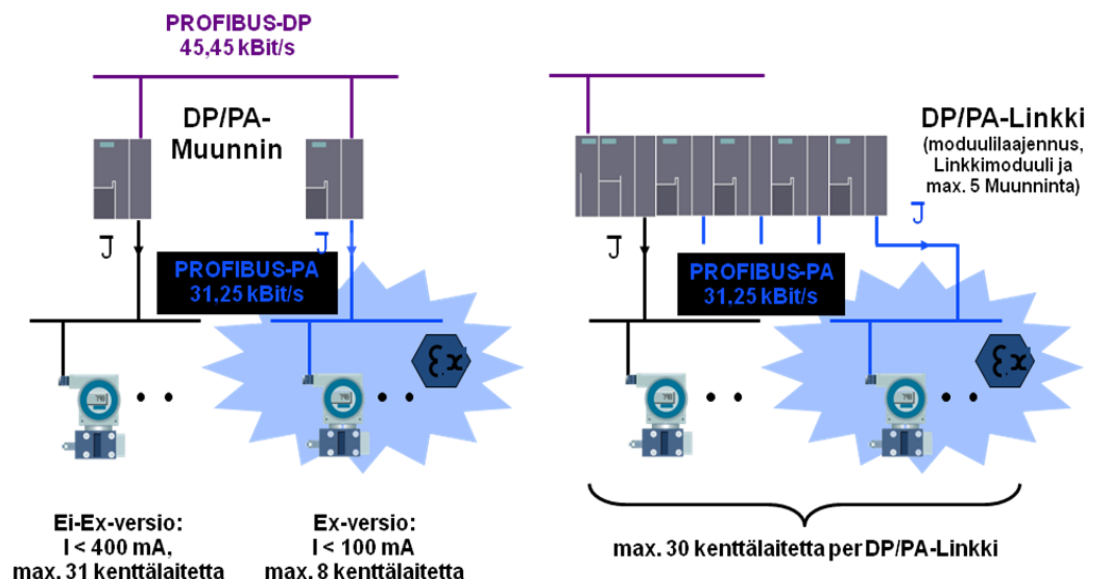


KUVA 3. Profibus-väylärakenteet (Profibus Installation Guideline for Planning 2009,46.)

Profibus-väylään voidaan liittää erilaisia väylälaitteita ja kenttälaitteita. DP-väylälaitteita ovat erilaiset muuntimet ja vahvistimet, eli sellaiset laitteet, jotka jollakin tavalla muokkaavat väylän signaalia. Teollisuudessa yleisimmin DP-väylään liitettäviä kenttälaitteita ovat moottorikäytöt, absoluuttianturit, ope-

rointipaneelit ja I/O kehikot. Yhteistä näille kaikille laitteille on, että ne tarvitsevat erillisen 24 VDC-syötön toimiakseen. Maksimilaitemäärä DP-segmentissä on 32 ja väylässä 126 tämä tarkoittaa sitä, että segmenttejä liitettäessä yhteen 126 laitetta on maksimi. Profibus PA -laitteita ovat tyypillisesti erilaiset venttiilit ja anturit. PA-väylän maksimilaitemäärä on 32 segmenttiä kohti. (Profibus DP/PA -kenttäväyläkoulutus 2009.)

Vaihdettaessa Profibus DP -väylästä Profibus PA -väylään tarvitaan välille joko DP/PA-muunnin tai linkki. Muunnin on näistä periaatteessa huonompi vaihtoehto, sillä se rajoittaa DP-väylän nopeuden 45,45 kbit/s. Muunnin on läpinäkyvä master-laitteelle, eli sitä ei tarvitse ottaa erikseen huomioon väylän parametointia, eli HW-konfigurointia tehdessä. Tästä seuraa myös se, että DP- ja PA-väylän osoitteet ovat yhteisiä. Käytettäessä DP/PA-linkkiä DP-väylän nopeus ei rajoitu. Lisäksi DP/PA-linkin alle tulevat laitteet saavat uuden osoiteavaruuden. Tämä tarkoittaa sitä, että HW-konfiguroinnissa DP/PA-linkki saa oman osoitteen (kuva 4). (Kenttäväyläkoulutus 2011.)



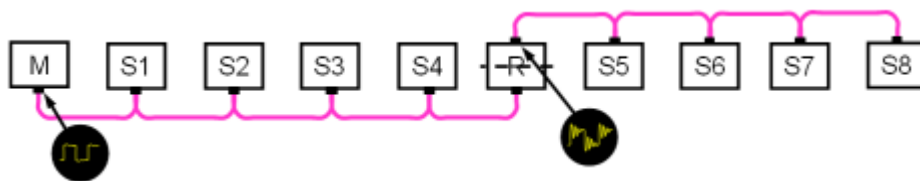
KUVA 4. DP/PA muunnin ja linkki (Kenttäväyläkoulutus 2011.)

Kun DP-väylässä etäisyydet kasvavat, on tarpeen käyttää joko toistimia vahvistamaan signaaleja tai kuitu-kuparimuuntimia, joilla signaali ei vaimene. Toistin vahvistaa signaalin ja sillä voidaan erottaa galvaanisesti segmenttejä

toisistaan. Toistimia käytetään kasvattamaan etäisyyksiä ja lisäämään laitemääriä väylällä. Kuitu-kuparimuuntimia (OLM) käytetään häiriöille alttiissa kohteissa sekä pitkillä etäisyyksillä. Sähköiset häiriöt eivät tällöin pääse vaikuttamaan signaaliin, koska tässä kuparikaapeli muutetaan valokuituun. (Profibus DP/PA -kenttäväyläkoulutus 2009.)

DP/DP-muuntimia käytetään, kun liitetään kaksi isäntälaitetta samaan väylään, kuten esimerkiksi kaksi logiikkaa. DP/DP-muuntimen avulla saadaan galvaaninen erotus eri segmenttien välille. Lisäksi DP-väylään on saatavana muuntimia joiden avulla DP-väylä saadaan liitettyä johonkin toiseen väylään, kuten esimerkiksi Modbus, CAN ja Asi. (Procentec products 2011.)

Väylämittausten kannalta huomioitava seikka näissä edellä mainituissa laitteissa on se, että koska nämä laitteet galvaanisesti erottavat segmentit toisistaan, myös häiriöt suodattuvat erotuksen yhteydessä (kuva 5). (Kenttäväyläkoulutus 2011.)



KUVA 5. Signaalin käyttäytyminen toistinta käytettäessä (What can I do with ProfiTrace 2 2011.)

Profibus-kenttäväylien tyypillisimmät viat ja virheet johtuvat puutteellisesta tai väärin tehdystä asennuksesta. Asennusvaiheen muutamalla perussäännöllä saadaan rakennettua varsin luotettava ja pitkäikäinen väylä.

Profibus-väyläkaapelien kuorimiseen on olemassa siihen tarkoitettuja työkaluja, jotka tekevät asennuksesta huomattavasti helpompaa. Kuorintatyökalun (kuva 6) avulla kaapelit saadaan kuorittua juuri oikean pituisiksi liittimiin, jolloin liitokset tulevat oikein ja mahdolliset häiriöpaikat vähenevät. (Profibus Cable Stripping Tool 2011.)



*KUVA 6. Kaapelin kuorintatyökalu (Profibus Cable Stripping Tool 2011.)*

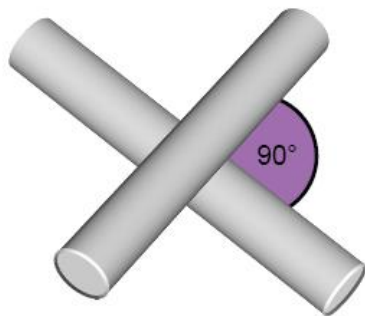
Tyypillisesti Profibus DP -väylässä käytetään yhdeksän pinnistä D-liitintä. Tulevaisuutta silmällä pitäen tulisi näiden D-liittimien olla selkäliittimillä varustettu (kuva 7), jotta väylään voidaan tehdä mittauksia ilman tuotannon katkoksia. Profibus PA -kaapelit liitetään tyypillisesti suoraan laitteelle ilman liittimiä. (Kenttäväyläkoulutus 2011.)



*KUVA 7. Selkäliittimellä varustettu D-liitin (Easy connect Profibus 2011.)*

Teollisuudessa yksi merkittäviä häiriölähteitä on vahvavirtakaapelit esimerkiksi moottorikäyttöjen yhteydessä. Varsinkin taajuusmuuttajakäytöt ovat tältä kannalta varsin harmillisia. Näin ollen vahvavirtakaapelit ja tiedonsiirto-kaapelit pyritään pitämään erillään ja ne tyypillisesti asennetaan eri hyllyille. (Profibus guideline assembling 2006, 28.)

Pelkästään vahvavirtakaapelit eivät aiheuta häiriöitä tiedonsiirtoon, vaan sitä voi häiritä myös muut tiedonsiirto-kaapelit. Jos väyläkaapelia joudutaan asentamaan siten, että kaapelit risteävät, tulee risteyskulman olla 90° (kuva 8). (Profibus guideline assembling 2006, 23.)



KUVA 8. Risteävät kaapelit (Profibus guideline assembling 2006, 23.)

Kaapelien pituudet vaikuttavat myös väylän tiedonsiirtoon. Liian pitkillä etäisyyksillä signaali vaimenee, toisaalta kaapelille on asetettu myös minimimita. Profibus DP -väylää rakennettaessa kahden laitteen välinen kaapeli tulee olla vähintään yhden metrin. Tätä kutsutaankin havainnollisesti yhden metrin säännöksi. Väylä saattaa kyllä toimia lyhyemmilläkin etäisyyksillä, mutta kun tiedonsiirtonopeutta kasvatetaan ei enää pystytä varmasti sanomaan mikä laite lähetti tietoa ja minne. Kuva 9 kertoo Profibus DP -väylän kaapelien maksimipituuksista eri nopeuksilla. (Kenttäväyläkoulutus 2011.)

Transmission rate [kbits/s]	maximum Transmission distance [m]
9.6	1200
19.2	1200
45.45	1200
93.75	1200
187.5	1000
500	400
1500	200
3000	100
6000	100
12000	100

KUVA 9. Profibus DP -väylän maksimipituudet eri tiedonsiirtonopeuksilla. (Profibus Installation Guideline for Planning 2000, 53.)



Väyläkaapelin maadoitukseen pätee periaatteessa samat säännöt kuin mihin tahansa tiedonsiirtokaapelin maadoitukseen. Kaapeli maadoitetaan tyypillisesti vain toisesta päästä, mahdollisten potentiaalierojen varalta. Kaapeli tulee maadoittaa aina siirryttäessä kaapista toiseen. Väyläkaapelia ei kytketä PE-liittimiin, vaan sen maadoittamiseen tulee olla oma paikka. (Profibus guideline assembling 2006, 86–87.)

### **2.3.5 Dokumentointi**

Profibus-kenttäväylien dokumentointiin ei ole laadittu erillistä standardia, eikä Ruukin Raahen tehtaalla ole siitä erillistä ohjeistustakaan. Nykyisellään dokumentoinnista vastaa järjestelmän toimittaja, joka dokumentoi omien käytäntöjensä mukaan. Tämä aiheuttaa hieman hankaluutta esimerkiksi myöhemmässä vianhakutilanteessa. (Röpelinen 2011.)

Kenttäväylien dokumentoinnissa eri yritysten välillä ja jopa yritysten sisällä on ollut eroja käytännöissä. Esimerkkinä Metson eri yksiköiden välillä on ollut dokumentoinneissa poikkeavuuksia, joihin on puututtu muun muassa opinnäytetyön avulla. Yhtenäisen dokumentoinnin tavoitteena on saada selkeä ja informatiivinen kenttäväylädokumentaatio, joka antaa niin sähkösuunnittelulle kuin ohjelmistosuunnittelulle yhteisen rajapinnan ilman epäjatkuvuuskoh-  
taa. (Peltomäki 2009.)

## **2.4 Ohjelmat**

Työssä käytettiin pääasiassa kolmea eri ohjelmaa, joiden avulla tehtiin erilaisia parametrointeja, ohjelmointia ja vianhakua. Näitä ohjelmia käytetään tyypillisesti teollisuusympäristöissä.

### **2.4.1 Simatic Step 7**

Simatic Step 7 on ohjelmointityökalu niin pienille kuin suurillekin Siemensin logiikkaohjaimille. Ohjelmiston lähtökohtana on ollut opittavuus, helppokäyttöisyys ja ennen kaikkea suunnittelun tehokkuus.

Ohjelmassa käyttäjä voi valita haluamansa ohjelmointikielen viiden eri IEC-ohjelmointikielen joukosta. Eri laitteistomäärittelyt on helppo toteuttaa valmiiden kirjastojen avulla. Lisäksi valokuvanomainen HW-konfiguraatio selkeyttää järjestelmän rakennetta. (Simatic Step 7 2011.)

### **2.4.2 ProfiTrace**

ProfiTrace on tehokas ja yksinkertainen analysaattori Profibus DP ja PA -väylille. ProfiTracen avulla voidaan nopeasti tehdä analyysi väylän kunnosta. Analysaattorin avulla voidaan tarkastella väylän toimintaa niin huolto-, korjaus- kuin suunnittelutehtävissäkin. (User Manual Profitrace 2.5.1, 9.)

ProfiTracesta löytyy oskilloskooppi-toiminto, jonka avulla saadaan selville väyläsignaalin tila ja siihen mahdollisesti vaikuttavat häiriöt. Analysaattorissa itsessään on asetettuna raja-arvot väyläsignaaleille ja laite ilmoittaa, kun raja-arvo ylittyy. Lisäksi analysaattorilla voidaan seurata laitteiden välistä keskustelua ja niiden käyttämiä sanomakehyksiä, jotka sisältävät muun muassa tilatietoja, ohjausarvoja ja laitediagnostiikkaa. (User Manual Profitrace 2.5.1, 43–44.)

ProfiTrace-ohjelma asennetaan tyypillisesti kannettavalle tietokoneelle ja siihen liittyvät väyläsovittimet liitetään tietokoneen USB-porttiin. Kannettavan tietokoneen ja USB-sovittimen etuna on se, että analysaattori saadaan mahdollisimman lähelle väylää ja sivuhaara jää mahdollisimman lyhyeksi. (User Manual Profitrace 2.5.1, 33.)

### **2.4.3 FieldCare**

FieldCare on Hart, Profibus ja Fieldbus Foundation -kenttälaitteiden työkalu, jonka avulla käyttäjä voi hallita älykkäitä kenttälaitteitaan. FieldCare soveltuu älykkäiden kenttälaitteiden konfigurointiin, diagnostiikkaan ja kunnonvalvontaan. Ohjelmassa on mahdollisuus myös laitteiden etävalvontaan, jonka mahdollistaa Internet-selaimeen pohjautuva käyttöliittymä. Tämä mahdollistaa tiedon jakamisen paikallisverkossa reaaliajassa. Lisäksi tarve valmistaja-

kohtaisiin ohjelmistoihin poistuu, koska FieldCare on periaatteessa yhteensopiva kaikkien laitetoimittajien instrumenttien ja venttiilien kanssa. (FieldCare käyttöopas, 5.)

### **FDT/DTM-teknologia**

FieldCare-ohjelma perustuu FDT (Field Device Tool) -teknologialle, joka koostuu kolmesta osasta: kehyssovellus, laite-DTM ja kommunikaatio-DTM. (FDT technology 2011.)

FDT-teknikka mahdollistaa kenttäväylälaitteiden ja järjestelmien välisen tiedonsiirtoliitännän standardoinnin. Sen tärkein ominaisuus on riippumattomuus tiedonsiirtoprotokollasta ja laitteen tai isäntäjärjestelmän ohjelmistoympäristöstä. (FDT technology 2011.)

FDT on periaatteessa kehysohjelma, jossa käytetään DTM-sovelluksia. DTM:n voidaan ajatella olevan ajuri kenttälaitteelle, jotta siihen päästään kiinni. DTM:t jaetaan kahteen osaan: laite-DTM ja kommunikaatio-DTM. Laitte-DTM sisältää datatietoa laitteesta, tähän pääsee FDT- kehysohjelmalla käsiksi. Tämä mahdollistaa laitteen parametroidin, konfiguroinnin sekä diagnostiikan. Kommunikaatio-DTM:a taas käytetään yhdyskäytäviin, multiplexereihin ja muihin laitepuolen rajapintoihin. Mikä tahansa laitevalmistaja voi valmistaa omille laitteilleen DTM:ia, joita voidaan käyttää missä tahansa FDT:n perustavassa kehityssovelluksessa kuten FieldCaressa. (FDT technology 2011.)

## **2.5 Siemens S7-300**

Siemensin S7-300 ohjelmoitava logiikka (kuva 10) on yksi Siemensin tunnetuimpia tuotteita. Vaikka S7-300 on ollut jo pitkään markkinoilla, on se edelleenkin suosittu monipuolisuuden, laajennettavuuden ja luotettavuuden ansiosta.



*KUVA 10. Siemens S7-300 ohjelmoitava logiikka (Siemens S7-300.)*

Logiikka on modulaarinen, joka tarkoittaa sitä, että siihen voi itse valita liitettävät moduulit. Tulo- ja lähtöpiirit voidaan kytkeä joko suoraan S7-300-logiikkaohjaimen yhteyteen tai viedä kenttäväylällä kauemmaksi. Logiikalla toteutettu järjestelmä voidaan rakentaa joko keskitetysti tai hajautetusti. (Ohjelmoitavat logiikat 2011.)

Ohjelmoitava logiikka, jonka kaikki logiikan tulo- ja lähtökortit ovat kytkettyinä samaan paikkaan, kutsutaan keskitetyksi I/O:ksi. Tällöin tulo- ja lähtökortit kytketään samaan alumiinikiskoon logiikkaohjaimen kanssa. Tätä alumiinikiskoa kutsutaan räkiksi. Myös keskitettyä I/O:ta voidaan laajentaa. Tällöin logiikkaohjaimen lähelle asennetaan 1-3 lisäräkkiä, joihin voidaan kytkeä I/O-moduuleja. Keskitetyssä I/O:ssa logiikkaohjaimen ja laajennusräkkien välinen etäisyys on hyvin rajoitettu. Niiden tulee käytännössä sijaita samassa sähkökaapissa. (Ohjelmoitavat logiikat 2011.)

Hajautettua I/O:ta käyttäen voidaan lähtö- ja tulokortit viedä kauemmas logiikkaohjaimesta. S7-300-logiikoissa on tuki sekä Profibus että Profinet-kenttäväylille ja näitä molempia voidaan käyttää apuna hajautettua I/O:ta toteutettaessa. S7-300-logiikoiden kanssa käytettävät I/O-moduulit ovat samo-

ja, joita voidaan käyttää ET200M-hajautusasemissa. (Ohjelmoitavat logiikat 2011.)

## **2.6 Älykkäät kenttälaitteet**

Älykkäät kenttälaitteet eroavat perinteisistä kenttälaitteista siinä, että ne mahdollistavat tiedon saannin kenttälaitteilta. Ne mahdollistavat eri määrän erilaisia diagnostiikka-, kalibrointi- ja testausmahdollisuuksia aina laitteesta riippuen. Tämä tuo mukanaan myös sen, että kenttälaitteet sulautuvat yhä enemmän osaksi prosessin ohjausta. (Tiihonen 2007, 23–25.)

Älykkäiden kenttälaitteiden diagnostiikkaan perustuen kunnossapidon tarve voidaan ajoittaa ja kohdistaa juuri niille laitteille, jotka sitä oikeasti tarvitsevat. Isommat kunnossapitotyöt voidaan näin järkevästi jaksottaa suunnitelluille seisokkiajankohdille. Näin ennakoivan kunnossapidon avulla saadaan pidettyä laitteet paremmassa kunnossa ja ehkäistään suunnittelemattomia tuotantokatkoja. (Tiihonen 2007, 23–25.)

## 3 TESTAUSYMPÄRISTÖ

Työtä aloitettaessa oli selkeästi tiedossa millaiset vaatimukset testausympäristölle oli asetettu. Siihen tuli sisällyttää pääpiirteittäin samoja laitteita kuin kentälläkin oli jo olemassa ja lisäksi sen piti olla mahdollisimman toimiva testaus- ja harjoittelukäyttöä ajatellen. Tarkoituksena oli rakentaa laitteisto Profibus-väylätyökalujen käytön harjoitteluun sekä Profibus-laitteiden testaukseen. Lisäksi näille edellä mainituille väylätyökaluille tuli laatia pikaohjeet käytön harjoittelua tukemaan.

### 3.1 Testausympäristön suunnittelu ja rakentaminen

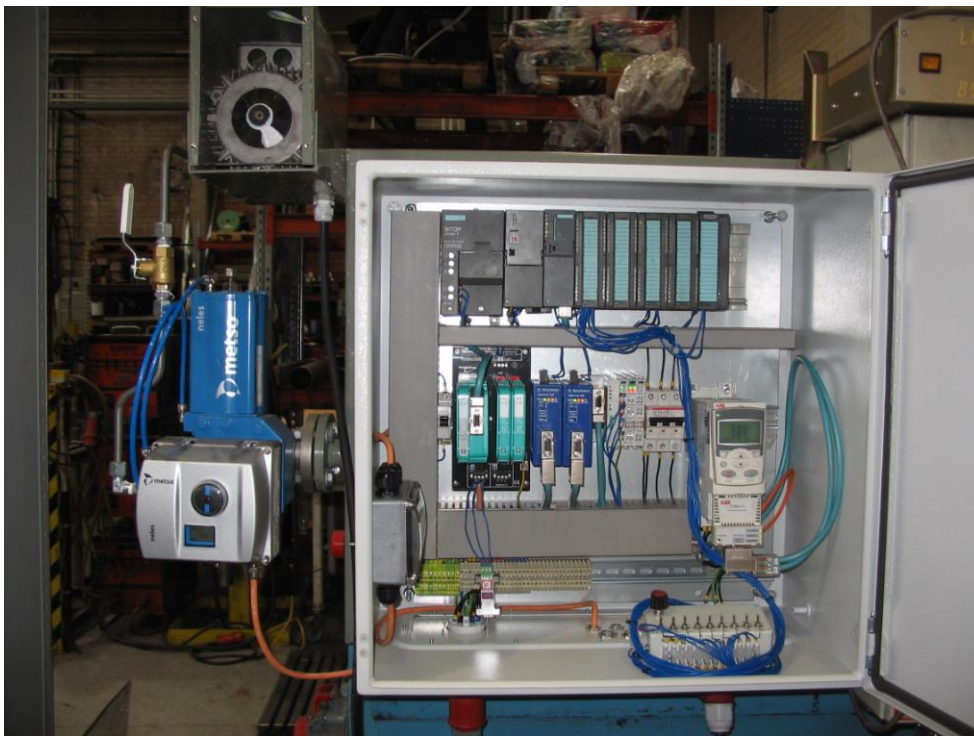
Testausympäristö koostuu ohjelmoitavasta logiikasta, väylälaitteista, kenttälaitteista, tarvittavasta kaapeloinnista sekä muista oheistarvikkeista (sijoituskaavio liite 5). Laitteisto asennettiin koteloon ja kotelo sijoitettiin avaralle ja turvalliselle paikalle tulevaa käyttöä ajatellen. Työhön liittyvät kytkennät tehtiin liitteiden 1–4 (pääkaavio, piirikaavio, liitäntäkaavio ja väyläkaavio) mukaan.

Työssä käytettävä logiikka on tehtaalta käytöstä poistettu Siemensin S7-300. Logiikan mukana tuli muutamia ylimääräisiä digitaalitulo- ja lähtökortteja, mutta ne päätettiin antaa olla paikoillaan mahdollista tulevaa käyttöä varten. Logiikka sijoitettiin kaapin yläosaan ja tässä vaiheessa sille vedettiin jännitesyöttö 230 VAC. Logiikan ohjaukseen rakennettiin erillinen ohjauskotelo, jossa oli kytkimiä digitaalituloille sekä potentiometri analogiatulolle.

Työhön käytettiin kaikkiaan kolmea eri Profibus-väylälaitetta: Kupari/kuitu-, Profibus DP/PA- ja Profibus DP/Hart -muuntimia. Nämä asennettiin suoraan DIN-kiskoon ja niiden tarvitsema käyttöjännite 24 VDC syötettiin erillisellä jännitelähteellä.

Kiinteitä kenttälaitteita testauslaitteistoon liitettiin kolme erilaista, kaikki eri väylätekniikkaa tukevia. Profibus DP -väylään liitettiin taajuusmuuttaja, joka tarvitsi tässä työssä ainoana laitteena kolmivaihesyötön. Tähän olisi yhtä hyvin käynyt yksivaiheinenkin taajuusmuuttaja, mutta koska kolmivaiheinen löytyi käytöstä poistettuna tähän, päätettiin käyttää sitä. Profibus PA -väylään liitettiin älykäs venttiiliohjain, jossa oli myös mukana toimilaite ja venttiili. Tämä siksi, että venttiili kokonaisuudessaan olisi mahdollisimman havainnollinen harjoittelukäyttöä ajatellen. Hart-puolelle liitettiin painelähetin, jossa oli myös anturi paikoillaan. Edellä mainitut eri väylätekniikkaa tukevat laitteet ovat siis tarkoitettu havainnollistamaan ja tukemaan harjoittelua.

Profibus DP -väyläkaapelien asennuksessa käytettiin jo aiemminkin käsitellyä yhden metrin sääntöä. Lisäksi Profibus DP -liittiminä käytettiin ns. selkäliittimiä, jotka mahdollistavat väylän mittauksen ilman, että väylää tarvitsee katkaista. Kuvassa 11 näkyy testausympäristö asennettuna.



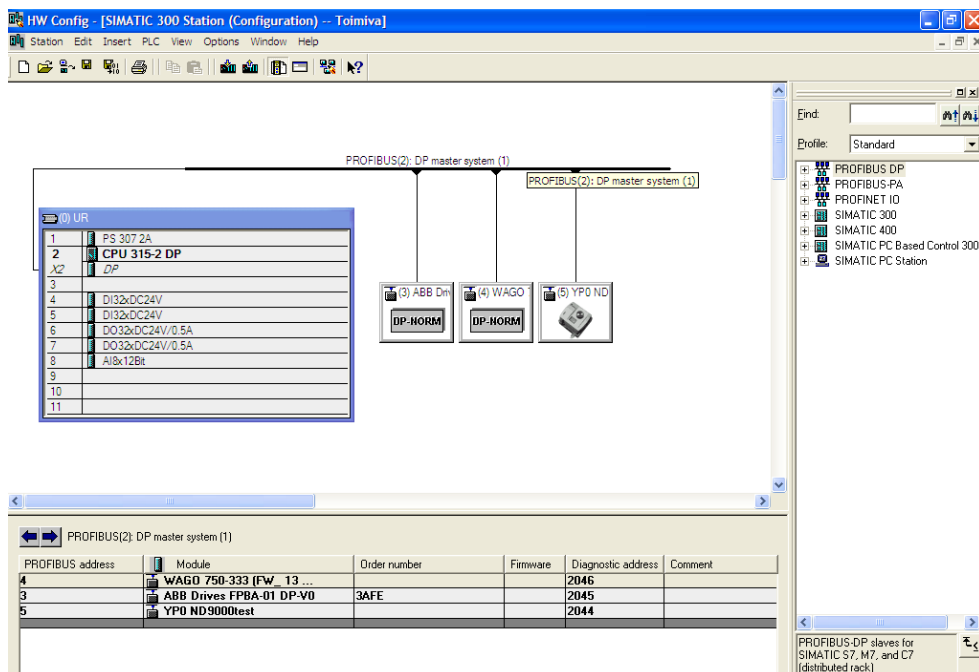
*KUVA 11. Testausympäristö*

## 3.2 S7-300 logiikka

Kun asennukset saatiin sähköisesti tehtyä, alkoi työn tekeminen ohjelmasta päin. Laitteiston Siemensin S7-300 logiikan ohjelmointiin käytettiin Step 7 - ohjelmistoa. Sen avulla määriteltiin harjoituslaitteiston laitteet ja tiedonsiirto logiikan virtalähteestä aina taajuusmuuttajalle asti. Logiikka määriteltiin aktiiviseksi asemaksi eli master-laitteeksi ja muut laitteet passiivisiksi eli slave-laitteiksi.

### 3.2.1 HW-konfigurointi

Jotta logiikka tietää, mitä kortteja ja laitteita siihen on liitetty, täytyy ne kertoa sille HW-konfiguroinnin avulla. Konfigurointi aloitettiin luomalla uusi projekti Step 7 Wizardin avulla. Tässä vaiheessa määriteltiin käytettävä CPU. Tämän jälkeen lisättiin HW Config -ikkunassa CPU:n kanssa samaan kouruun virtalähde, DI, DO ja AI-kortit ohjelmiston kirjastosta. Koska käytössä olevassa logiikassa oli jo integroituna Profibus DP-liitäntä, näkyi se myös suoraan CPU:ssa X2- paikalla. Profibus-väylän lisäämisen jälkeen HW-ikkuna näytti kuvan 12 mukaiselta.



KUVA 12. HW Config -ikkuna



Profibus DP -väyläyhteysien määrittämistä varten tarvittiin GSD-tiedostot. Tässä työssä niitä tarvittiin kaikkiaan kolme; taajuusmuuttajalle, venttiiliohjaimelle ja DP/Hart -muuntimelle. Työssä käytetyt Kupari/kuitu- ja DP/PA-muuntimet eivät näy masterille erillisinä laitteina, vaan ovat ns. läpinäkyviä ja tästä syystä ne eivät tarvitse myöskään GSD-tiedostoja, eivätkä ne saa omia osoitteita. Tiedostot haettiin valmistajien sivuilta, mutta niiden eri versioiden takia jouduttiin kokeilemaan useampia tiedostoja ennen sopivien tiedostojen löytämistä. Venttiiliohjaimen GSD-tiedoston toimintaan saattaminen oli tässä kaikkein haasteellisinta, sillä itse tiedostoa jouduttiin muokkaamaan, jotta yhteys saatiin kuntoon. Muutos, joka GSD-tiedostoon jouduttiin tekemään, liittyi master- ja slave-laitteen väliseen tiedon käsittelyaikaan.

Ennen kuin laitteet saatiin konfiguroitua HW Config -tilassa, tallennettiin GSD-tiedostot Step 7-ohjelman GSD-hakemistoon. Tämän jälkeen lisätyt laitteet löytyivät kirjastosta, kuten Siemensin omatkin laitteet. Kun laitteet lisättiin väylälle, annettiin niille väyläosoite. Siemensin laitteissa master käyttää yleisesti osoitetta 2, niin tässäkin työssä. Loput väylälaitteet saivat osoitteet juoksevasti 3 - 5.

Taajuusmuuttajalle valittiin vielä PPO-tyyppi. PPO-tyypeillä määritellään mitä eri datasanoja taajuusmuuttaja käyttää. Eri PPO-tyypit selviävät taajuusmuuttajan manuaaleista ja tässä työssä käytetään PPO 3:a, joka on vaihtoehtoja yksinkertaisin ja sisältää vain ohjaus/tila-sanan (CW/SW) ja referenssi/todellinen (REF/ACT)-sanat kuten kuvassa 13.

## Cyclical message types

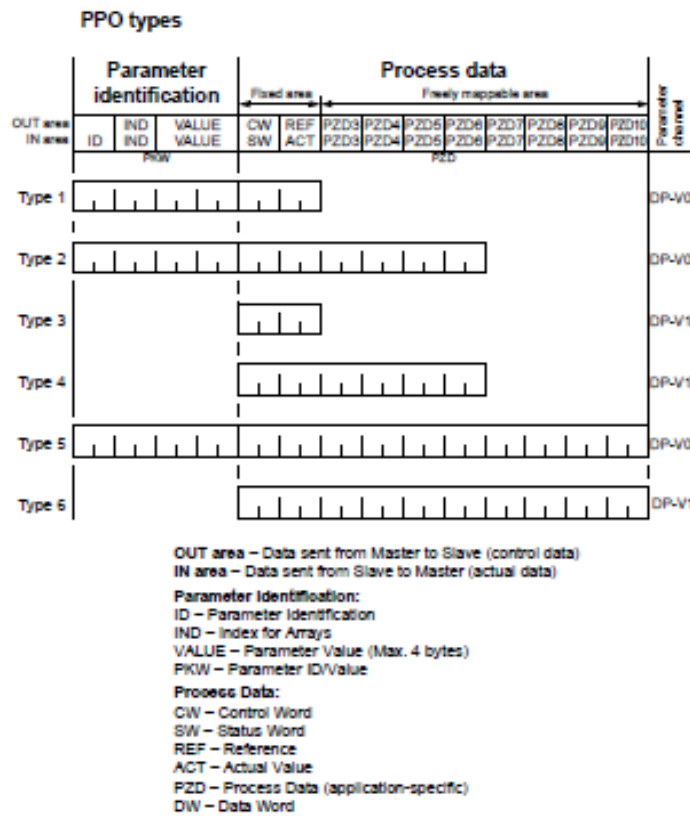


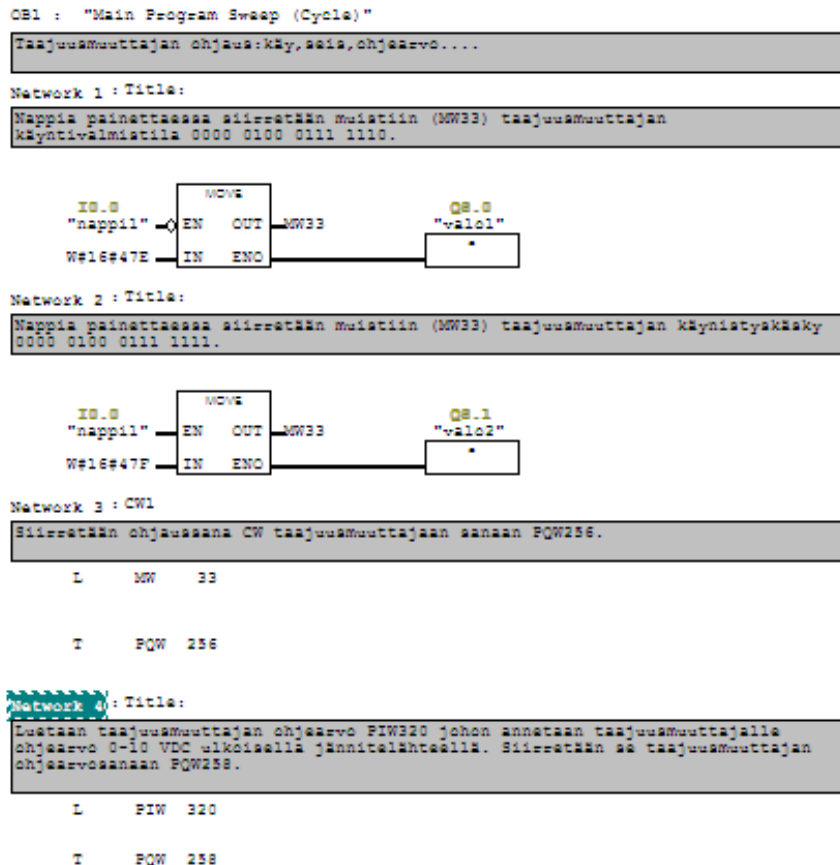
Figure 8. PPO message types

Communication

KUVA 13. Taajuusmuuttajan PPO-tyypit. (ABB, 2005, 76.)

### 3.2.2 Ohjelmointi

Kun logiikkaan liitetyt laitteet saatiin määriteltä, pystyi niitä testaamaan ohjelmasta käsin. Testaaminen tehtiin ohjelmointi-ikkunan monitoring-toiminnon avulla. Eri laitteiden osoitteet saatiin symbolitaulukosta, johon osoitteet nimettiin havainnollisimmiksi. Taajuusmuuttaja, venttiiliohjain ja painelähetin keskustelevat logiikan kanssa sanoina, jotka ohjelmoinnissa näkyvät etuliitteinä PIW tai PQW. Alla kuvassa 14 näkyy taajuusmuuttajan yksinkertainen ohjaus.



KUVA 14. Taajuusmuuttajan ohjaus

Kuvan 14 mukaisesti taajuusmuuttajaa ohjataan move-toimilohkojen avulla. Tulon nappi 1 ollessa nolla taajuusmuuttajaan ladataan käyntivalmistila ja tulon nappi 1 ollessa yksi taajuusmuuttajan ohjauksen viimeinen bitti muutetaan, jolloin taajuusmuuttaja saa käyntikäskyn. Potentiometrin ohjearvo luetaan suoraan ohjelmassa ja siirretään taajuusmuuttajan ohjearvosanaan. Tämän jälkeen venttiiliohjaimen ja lämpötilalähtetimen tietojen käsittely tehtiin samalla periaatteella kuin taajuusmuuttajankin.

### 3.3 ProfiTrace

ProfiTrace-väyläanalysaattoria tässä työssä käytetään Profibus-väylän tutkimiseen, väylävirheiden etsimiseen ja laitediagnostiikkaan. Työssä etsittiin tyypillisimmät väylävirheet harjoituslaitteiston ja väyläanalysaattorin avulla. Lisäksi näistä laadittiin pikaohje (liite 6) kunnossapitohenkilöstölle.

ProfiTrace asennettiin kannettavalle tietokoneelle, joka on nimenomaan tarkoitettu kunnossapidon eri työkaluille. ProfiTrace-väyläanalysaattorin liittämisen Profibus DP -väylään tehtiin liittämällä analysaattorin D-liitin yhteen väylälaitteeseen. Harjoituslaitteistossa ei ole merkitystä mihin laitteeseen siinä liitytään, sillä kaikissa sen väylälaitteissa on ns. selkäliitin, joka mahdollistaa liittymisen tiedonsiirtoa katkaisematta. Poikkeuksena tähän on väyläanalysaattorin topology scan -toiminto, jolla nähdään mitä laitteita väylällä on ja kuinka kaukana ne ovat toisistaan. Tätä toimintoa käytettäessä mittaus tehtiin segmentin ensimmäiseltä tai viimeiseltä laitteelta. On kuitenkin suositeltavaa liittyä aina väylän viimeiselle laitteelle, sillä silloin analysaattori on mahdollisimman kaukana väylän alkupään jännitettä syöttävästä laitteesta ja mahdolliset häiriöt näkyvät parhaiten.

Ohjelmiston käyttö aloitettiin InitProficoreUltra-painikkeella, joka etsi väylän laitteet ja synkronoi analysaattorin väylälle. Tämän jälkeen laitteet näkyivät ohjelmassa pelkinä osoitteina. Jotta laitteet saatiin näkymään oikein analysaattorilla, tuotiin GSD-tiedostot ProfiTrace-ohjelmaan samaan tapaan kuin Step7-ohjelmistossakin. Tämän jälkeen ohjelman GSD-hakemisto päivitettiin ja laitteet näkyivät väylällä oikein. Ohjelman tarkempi käyttö on kuvattu pikaohjeessa.

### **3.3.1 Laitediagnostiikka**

Profitrace-väyläanalysaattorin väylään liittämisen jälkeen nähdään suoraan useita diagnostiikkaan liittyviä asioita. Live list -ikkunasta (kuva 15) saadaan selville suoraan laitteiden osoitteet sekä niiden tilatietoja. Kuvassa osoitteessa 1 näkyy ProfiTrace-väyläanalysaattori ja osoitteessa 2 näkyy Siemensin logiikka eli master-laite. Osoitteissa 3 - 5 näkyvät slave-laitteet.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	ABB Drives FPBA-01	7 WAGO 750-333	ND9000P2	6	7
10	10	11	12	13	14	15	16	17

Sanomakehyslaatikko

Sanomakehyslaatikon teksti

KUVA 15. Live list -ikkuna

Sanomakehyslaatikoissa esiintyvät taustavärit kertovat laitteen tilan:

Vihreä: Datavaihto onnistuu laitteen kanssa

Keltainen: Yhteys laitteeseen menetetty

Punainen: Parametrivirhe laitteessa

Purppura: Konfigurointivirhe laitteessa.

Sanomakehyslaatikoissa olevat eri tekstien värit tarkoittavat seuraavaa:

Punainen: Master-laite

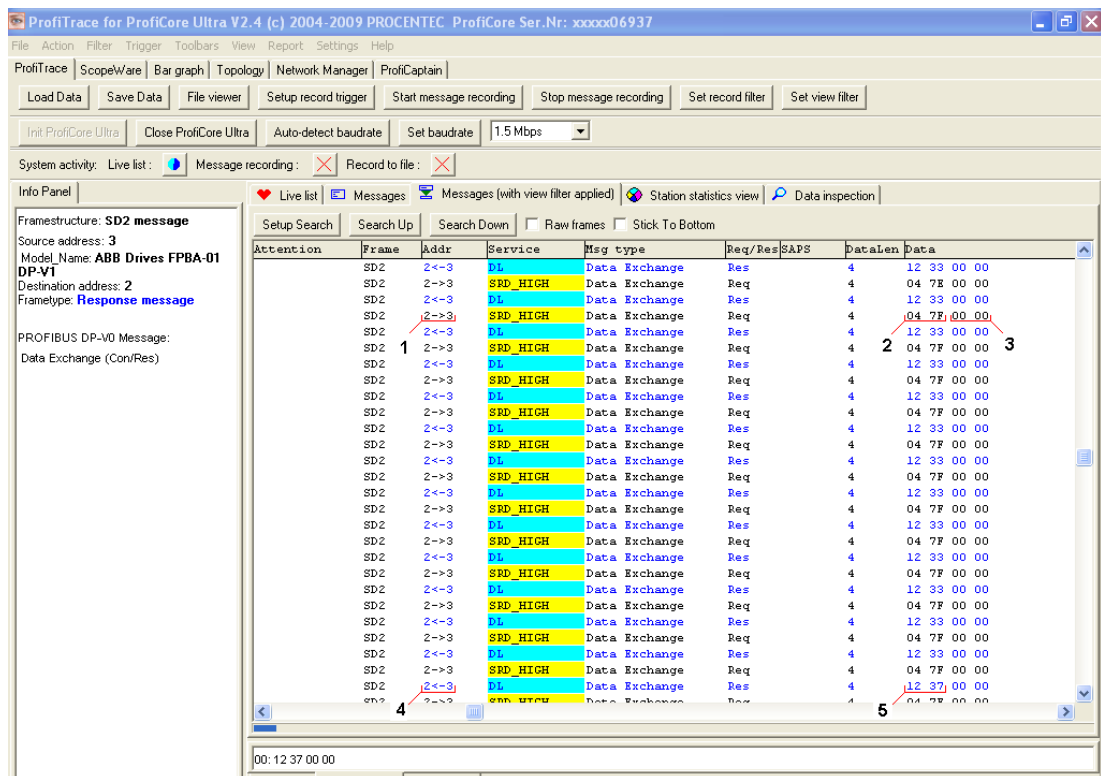
Sininen: Slave-laite

Harmaa: Osoitteessa ei havaittu laitetta.

Laitediagnostiikkatietoa voidaan tallentaa messages-välilehdellä (kuva 16).

Sillä saadaan laitekohtaisesti tarkkaa tietoa väylältä. Välilehdeltä nähdään tarkkaa aikaleimallista tietoa kuten

- laitteet, jotka keskustelevalt keskenään
- laitteiden välillä siirrettävä data
- mahdolliset häiriöt laitteissa
- mahdolliset häiriöt väylällä.



## KUVA 16. Laitediagnostiikka

Kuvassa 16 on purettu auki taajuusmuuttajan ja master-laitteen välistä tiedonsiirtoa. Kohdassa numero 1 näkyy lähettävä laite osoite 2, master-laite ja vastaanottava laite 3, eli taajuusmuuttaja. Kohdassa 2 näkyy masterin antama ohjaussana taajuusmuuttajalle, joka juuri tällä kohdalla on muuttunut sanasta 047E -> 047F sanaan. Tämä tarkoittaa käyntitietoa taajuusmuuttajalle. Kohdassa 3 näkyy taajuusmuuttajan ohjauksen (ref) arvo, joka on tässä nolana. Kohdassa 4 taajuusmuuttaja lähettää dataa master-laitteelle. Kohdassa 5 taajuusmuuttaja on muuttanut tilatietonsa sanasta 1233 -> 1237 sanaan. Tämä kertoo, että taajuusmuuttaja on saanut käyntikäskyn ja on käyntilassa.

### 3.3.2 Väylävirheet

Testausympäristön laitteiston ja väyläanalysaattorin avulla etsittiin mahdollisia väylävirheitä. Eri virheiden ja häiriöiden lähteenä käytettiin niin ympäristöstä tulevia, kuin asennuksistakin aiheutuvia häiriöitä. Tässä kohtaa ei ollut tarkoituskaan etsiä kaikkia mahdollisia väylällä esiintyviä vikoja, vaan yle-

simpiä teollisuudessa esiintyviä vikoja. Lisäksi seuraavat vikatilanteet ja niiden tulkinnat ovat suuntaa antavia, sillä väylällä signaalin käyttäytymiseen vaikuttaa monet asiat, kuten laitemäärä, etäisyydet ja käytetty tiedonsiirtonopeus. Tässä työssä laitemäärät ovat suhteellisen pieniä ja etäisyydet lyhyitä. Käytetty tiedonsiirtonopeus on 1,5 Mbit/s, joka on jo riittävän korkea häiriöiden kannalta. Aluksi työssä käytettiin 45,45 kbit/s tiedonsiirtonopeutta, joka on monesti teollisuudessa riittävä, tämä kuitenkin osoittautui liian hitaaksi nopeudeksi, jolloin väylälle ei saatu tehtyä vikoja ollenkaan.

Väyläanalysaattorin ScopeWare- ja BarGraph-toimintojen avulla tutkittiin Profibus-väylällä esiintyviä vikoja. Tässä tuli muistaa, että kun mitataan signaalitasoja, niin jokainen segmentti tulee mitata erikseen. Väylällä olevat kuitu/kuparimuuntimet päästävät totta kai signaalin läpi, mutta suodattavat siinä olevat häiriöt, kunhan signaali ei ole liian vääristynyt (kuva 5). Eli tässäkin työssä käytetty kuitu/kuparimuunnin suodattaa häiriöitä ja se aiheutti aluksi hieman vaikeuksia vikoja etsittäessä.

Harjoituslaitteiston Profibus-väylä on toteutettu väylärakenteisena, toisin sanoen yhteen segmenttiin tulee aina kaksi päätevastusta. Periaatteessa mahdollisia vikoja voidaan hakea ensin karkeasti BarGraph- toiminnolla, joka näyttää pylväänä eri laitteiden jännitetasot, jonka jälkeen voidaan signaaleja tarkastella tarkemmin ScopeWare-toiminnon avulla.

Maadoitusvikoja työssä haettiin irrottamalla maadoitusjohtimia laitteilta sekä samanaikaisesti mittaamalla väyläanalysaattorilla. Maadoitusvikaa oli hankala saada näkyviin, koska väylän kaikki laitteet olivat samassa kotelossa, eikä näin ollen suuria potentiaalieroja pääse syntymään. Selvimmin maadoitusvika saatiin näkyviin, kun otettiin kaikilta laitteilta maajohtimet irti.

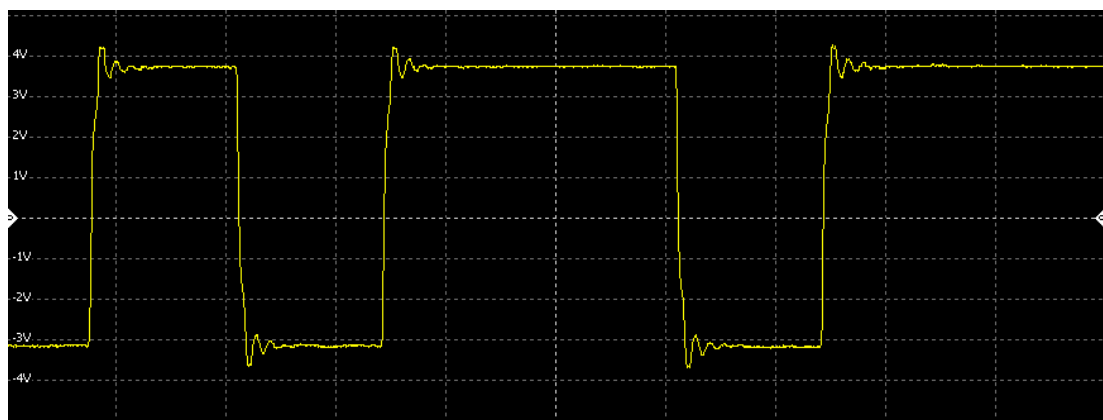
Päätevastusviat olivat helppoja testata varsinkin DP-väylällä, sillä vastukset saatiin päälle ja pois selkälitrimessä olevaa kytkintä kääntämällä. Harjoituslaitteistossa pitää olla neljä eri päätevastusta aktiivisena kupari/kuitumuuntimien molemmien puolin.

Sähkömagneettisia häiriöitä väylälle tehtiin laitteiston omalla taajuusmuuttajalla. Tämä toteutettiin siten, että taajuusmuuttajan moottorin kaapeliksi ja väyläkaapeliksi vaihdettiin EMC-suojaamaton kaapeli. Tämä ei kuitenkaan tuottanut toivottua häiriötä, joten väyläkaapeli vietiin isomman moottorin viereen, jolloin häiriötä tuli jo hieman enemmän.

Kaapelointivikoja tutkittiin lisäämällä ylimääräisiä sivuhaaroja väylälle sekä muuttamalla kaapelointietäisyyksiä.

### **Profibus DP -väylän signaalin mittaukset**

Päätevastuksista aiheutuvat viat väylällä ovat tyypillisiä varsinkin uutta väylää rakennettaessa tai lisättäessä laitteita väylälle. Kuvassa 17 näkyy signaalin käyttäytyminen Profibus DP -väylällä, kun segmentin lopusta puuttuu päätevastus. Tästä aiheutuu se, että signaalin jännitetasot nousevat ja signaaliin tulee piikkejä.



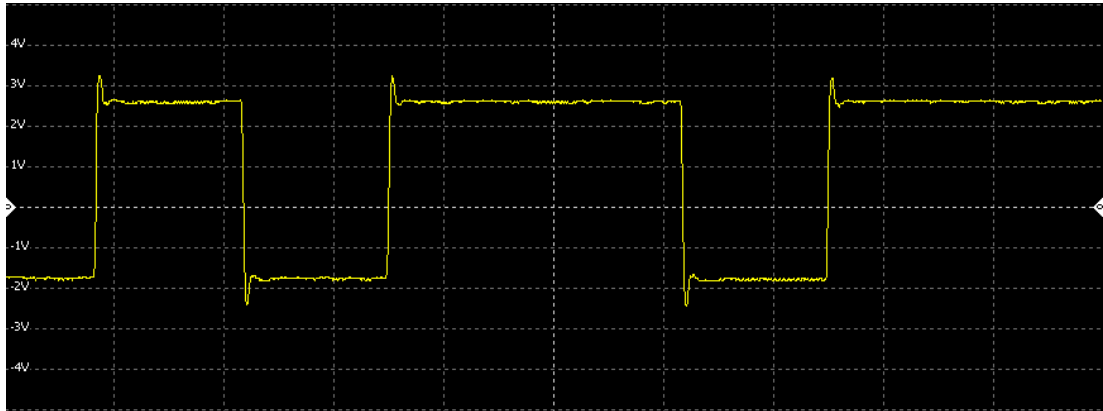
*KUVA 17. Segmentin lopusta puuttuu päätevastus*

Päätevastuksen puuttuminen master-laitteelta aiheuttaa väylän signaaliin samantyyllisiä häiriöitä kuin väylän lopustakin puuttuva päätevastus.

Kun väylällä on ylimääräinen päätevastus, pudottaa se väylän jännitetasoa, kuten kuvassa 18. Tämä ei välttämättä lyhyillä etäisyyksillä vaikuta väylän toimintaan, mutta etäisyyksien kasvaessa voi ongelmia ilmetä. Yksi tämän-tyyppinen asennusvirhe on sellainen, että valmiiseen väylään lisätään välille



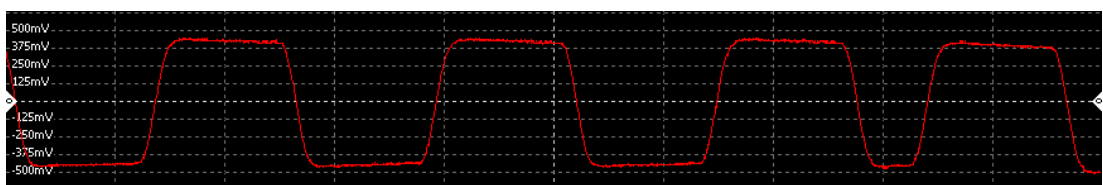
kaapeli ja se päätetään päätevastuksella. Kuvassa 18 on väylän puoleenväliin lisätty kaapeli päätevastuksineen.



*KUVA 18. Ylimääräinen sivuhaara, jossa päätevastus*

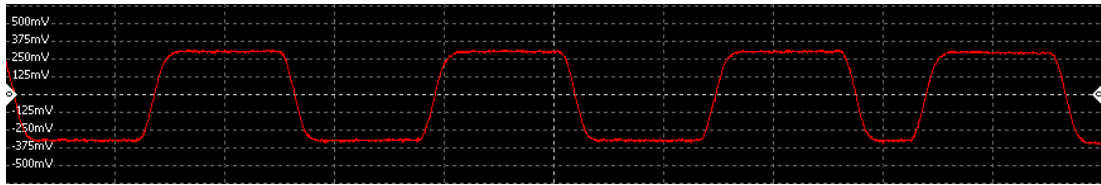
### **Profibus PA -väylän signaalin mittaukset**

PA-väylää mitattaessa vikatilanteiden testaaminen jäi hieman suppeaksi johtuen siitä, että PA-laitteita väylällä oli vain yksi. PA:ta mitattaessa Scope-toiminnolla saatiin samantyyppisiä vikakäyttäytymisiä kuten Profibus DP -puolellakin. Tässä erona toki, että DP:n normaali jännitetaso on 5 VDC ja PA:n 24 VDC. Päätevastushäiriöt näkyivät siis samantyyppisenä. Kuvassa 19 nähdään PA-väylän normaali signaali, jossa päätevastukset ovat oikein.



*KUVA 19. PA-väylän normaali signaali*

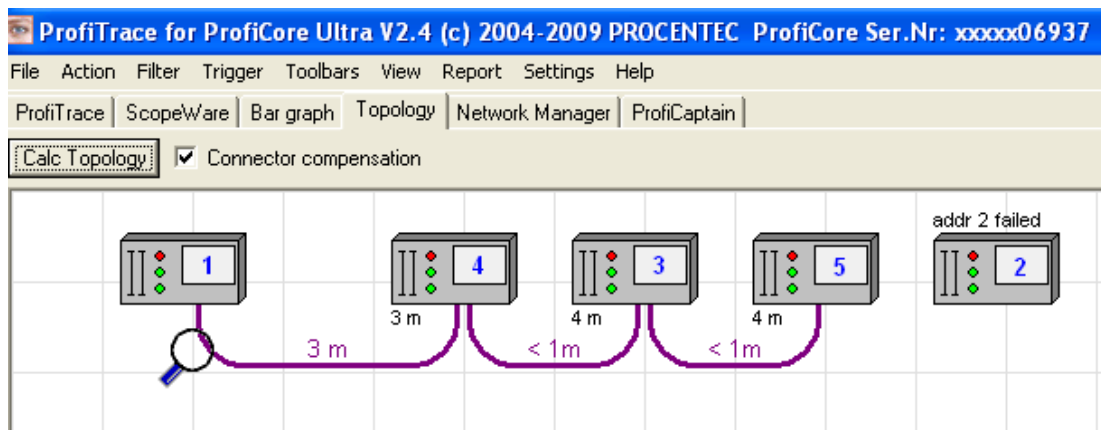
Ylimääräisen päätevastuksen lisääminen väylän sivuhaaraan vaikuttaa siten, että jännitetaso laskee ja käyrämuoto lähtee muuttumaan enemmän kolmiomaiseksi (kuva 20). Tämä ei vielä pudota väylää alas, mutta pidemmillä etäisyyksillä ja suuremmalla laitemäärällä ongelmia voi ilmetä.



KUVA 20. PA-väylällä ylimääräinen sivuhaara, jossa päätevastus

### 3.3.3 Topology Scan

ProfiTracen yksi kätevimpiä työkaluja on Topology Scan. Sen avulla saatiin selkeä kuva Profibus DP -väylästä. Siitä käy ilmi laitteiden sijainti ja kaapeli-pituudet, kuten kuvasta 21 nähdään. Syntyvä topologia piirros näkyy myös automaattisessa raportoinnissa. Topology Scan on varsin yksinkertainen ja nopea toimenpide tehdä.



KUVA 21. Testauslaitteiston väylän rakenne

TopologyScan voidaan tehdä Profibus DP -väylälle, jonka nopeus on 500 kbit/s tai 1,5 Mbit/s. Tässä käytetty nopeus oli 1,5 kbit/s. Mittaus ei aiheuta väylälle keskeytyksiä eli tätä voidaan käyttää aivan täysin prosessinkin aikana. Huomattava seikka tässä on, että mittaus tulee tehdä joko väylän ensimmäiseltä tai viimeiseltä laitteelta, toisin sanoen väylän ensimmäinen tai viimeinen laite tulee olla selkäliittimellä varustettu. Kuvassa 21 näkyvät harjoituslaitteiston laitteet väyläosoitteineen. Osoitteessa yksi on työssä käytetty tietokone. Väylän master-laite, eli osoitteen kaksi laitteen kaapelin pituutta ei

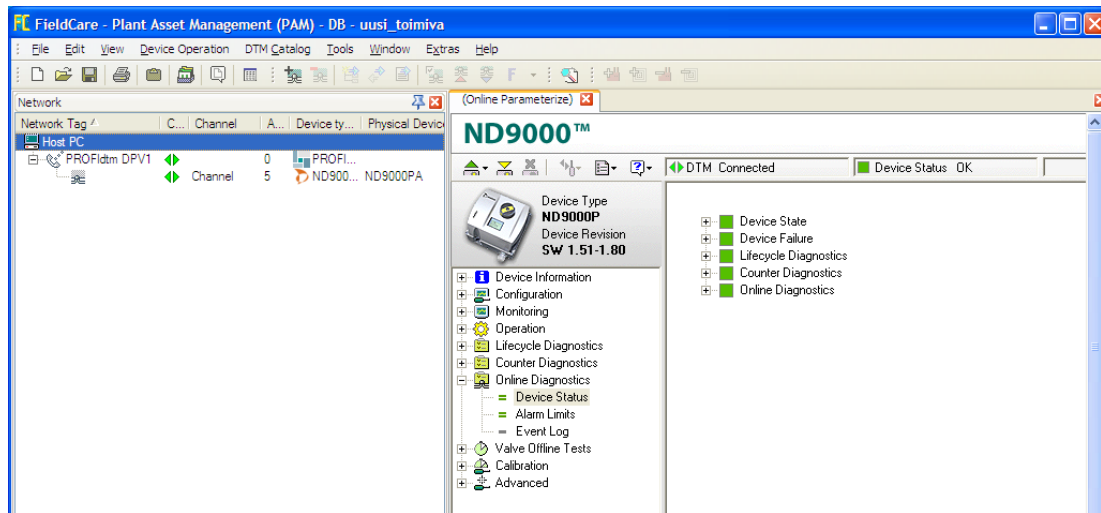
voida määrittää johtuen kupari/kuitumuuntimista, jotka katkaisevat galvaanisen yhteyden.

### 3.4 FieldCare

Työssä FieldCare-ohjelmistoa käytettiin älykkäiden kenttälaitteiden diagnostiikkaan ja kunnonvalvontaan. Pääasiassa ohjelmiston ominaisuuksia tarkasteltiin tutkimalla laitteen antamaa diagnostiikkatietoa ja parametreja. Lisäksi laitteelle tehtiin erilaisia vikatilanteita, joiden vaikutusta seurattiin ohjelmasta käsin. Näistäkin kohdista laadittiin pikaohje (liite 7) kunnossapitohenkilöstölle. Jotta FieldCare:n ominaisuudet saataisiin täysin hyödynnettyä, pitäisi laitteelta mitata diagnostiikkatietoa pidemmältä ajalta. Tässä työssä pidempiaikainen tiedon keräys ei ole mahdollista, vaan tässä käydään läpi työkalun käyttöä ja tutustutaan siihen, mitä sillä voitaisiin tehdä.

FieldCare asennettiin samalle kannettavalle tietokoneelle kuin ProfiTrace. Tietokone liitettiin ensin Neleksen venttiiliohjaimeen, joka on kiinni Profibus PA -väylässä. Tähän tarvittiin erillinen sovitin väylän ja PC:n välille. Toinen tarkasteltava kohde oli Rosemount-painelähetin HART-väylään liitettynä. Profibus-väylän kautta tarkasteltaessa kenttälaitetta täytyy väylälaitteen ja sen GSD-tiedoston olla joko DPV1- tai DPV2-versiota tukeva, jotta diagnostiikkaominaisuudet saadaan käyttöön. Neleksen venttiiliohjaimen kohdalla tässä jouduttiin GSD-tiedostoa muokkaamaan tekstitiedostona, jotta se saatiin toimimaan oikein. GSD-tiedostossa jatkettiin datan käsittelyaikaa masterin ja slaven välillä. Toinen tarvittava tiedosto on DTM-tiedosto. Työssä venttiiliohjaimelle ja painelähettimelle nämä tiedostot löytyivät valmistajien internetsivuilta.

Ohjelmiston käyttö aloitettiin luomalla uusi projekti, johon lisättiin käytettävä sovitin ja kenttälaitte. Tämän jälkeen saatiin laitteen DTM-ikkuna auki menemällä online-tilaan, kuten kuvassa 22. DTM-tilassa laitteelle tehtiin erilaisia säätö- ja parametrimuutoksia sekä erilaisia vikatilanteita testattiin.

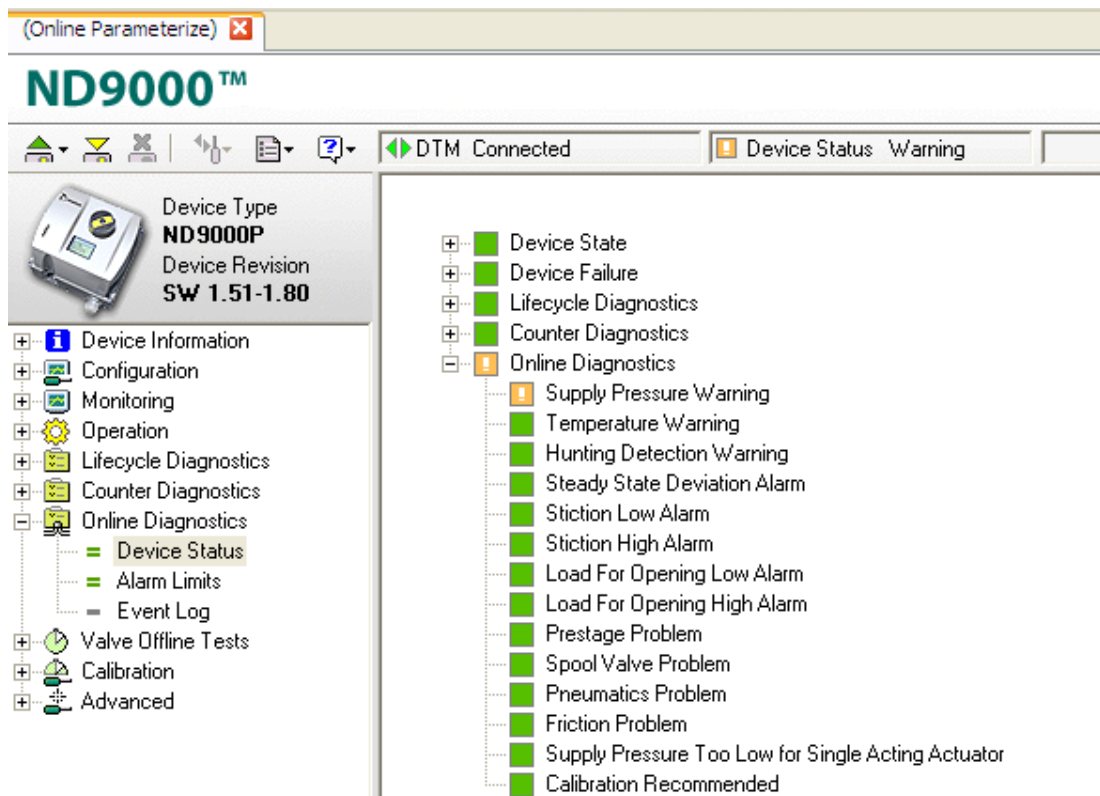


KUVA 22. Venttiiliohjain Profibus-modulin perässä

Kalibrointi tehtiin molemmille kenttälaitteille ohjelmasta käsin. Painelähetti-  
meen tarvittiin lisäksi erillinen painekalibraattori, jolla pystyttiin simuloimaan  
painetta.

Laitteiden vikatilanteita testattiin tekemällä laitteille erilaisia vikoja ja häi-  
riötilanteita. Painelähettimen vikadiagnostiikka oli suppeaa verrattuna venttii-  
liohjaimeen. Painelähettimen kohdalla hälytyksiä saatiin paineen ja lämpöti-  
lan muutoksista. Venttiiliohjain seuraa useita kunnonvalvonnalle tärkeitä  
tietoja, kuten paineilman painetta ja venttiilin kulkuaikaa.

Vikatilanteet näkyvät ohjelmassa väreinä. Eli kun laite vikaantuu, muuttuu  
sen väri vihreästä keltaiseksi. Sama viat saatiin myös näkymään internetin  
kautta Web monitor -sovelluksessa. Kuvassa 23 on venttiililtä poistettu pai-  
neilma. Tämä näkyy keltaisella pohjalla huutomerkkinä.



KUVA 23. Paineilman puuttuminen venttiiliohjaimelta

### 3.5 Käyttöohjeet

Työn aikana laadittiin materiaalia harjoituskäyttöön. Materiaali laadittiin siten, että se on suunnattu sähköalan ammattihenkilöille, joilla on jo perustietämystä kenttäväylistä sekä älykkäistä kenttälaitteista. Materiaalien painopiste on ProfiTrace- ja FieldCare-ohjelmassa. Molemmista työkaluista tehdyt pikaohjeet löytyvät liitteistä 6 ja 7. Laadittujen ohjeiden avulla ohjelmien käytön aloittaminen pitäisi sujua ongelmitta.

ProfiTrace -väyläanalyysointiohjelman ohjeistus suunniteltiin siten, että niissä olevien ohjeiden ja esimerkkien avulla pystyy löytämään tyypillisimmät väylävirheet ja tulkitsemaan niitä. Materiaaleissa käsitellään myös väylälaitteiden antamaa tietoa.

FieldCare- ohjelmiston ohjeiden avulla perehdytään älykkäiden kenttälaitteiden kunnonvalvontaan ja diagnostiikkaan. Tämä materiaali on suunnattu henkilöstölle, joka korjaa älykkäitä kenttälaitteita. Toisin sanoen laitteessa on

jo jokin vika, joka voidaan FieldCarella havaita, laite korjataan, jonka jälkeen se tutkitaan uudelleen FieldCarella.

## 4 POHDINTA

Teollisuudessa jatkuvasti yleistyvät kenttäväylät ja älykkäät kenttälaitteet luovat tarpeen pysyä ajan hermolla ja kouluttaa henkilöstön tietotaito ajan tasalle. Kentällä olevat laitteet voidaan kyllä modernisointien yhteydessä päivittää uusimpaan tekniikkaan, mutta haasteen luo se, että niiden tarjoamat ominaisuudet ja mahdollisuudet osataan hyödyntää.

Työ palvelee monipuolisesti niin korjaamon omaa henkilöstöä kuin kentällä olevaa kunnossapitohenkilöstöäkin. Työn pääasialliset tarkoitukset opetuslaitteistona kenttäväylien kunnonmittauksille ja testilaitteistona väylälaitteita testattaessa eri PC-pohjaisia työkaluja käyttäen täyttyivät.

Kunnossapito on jo pitkään ollut muutostilassa, jossa pyritään pääsemään korjaavasta kunnossapidosta ennakkoivaan. Työssä käsitellyt työkalut antavat mahdollisuuden siirtyä askeleen kauemmaksi korjaavasta kunnossapidosta. Tämä vaatii toki diagnostiikkatyökalujen oikeanlaista, sekä paikoin jatkuva-aikaista käyttöä. Tässä korostuu historiatiedon tärkeys ja sen hyödynnettävyys. Esimerkiksi väylämittauksia olisi hyvä tehdä vuosittain, koska näin voidaan havaita ajoissa väylällä esiintyvät muutokset ja korjata ne ilman tuotannon ylimääräisiä seisokkeja.

Työtä tehdessä ei ollut mahdollista perehtyä joka asiaan niin paljon, kuin olisi ollut tarpeellista. Yksi puutteelliseksi havaittu asia oli kenttäväylien dokumentointi, jolle ei ole olemassa yhtenäistä ohjeistusta. Ohjeistuksen voisi laatia opinnäytetyön muodossa.

Työn aikana eteen tuli monenlaisia haasteita ja ongelmia. Yhtenä suurimpana ongelmana oli eri valmistajien laitteiden liittäminen toisiinsa ja toimintakuntoon saattaminen. Näiltä osin työ olisi kannattanut tehdä vain yhden valmistajan laitteita käyttäen, mutta tällöin tilanne ei olisi vastannut kentällä olevaa tilannetta. Esimerkiksi eri GSD-tiedostojen sopivuus haluttuihin väy-

läparametreihin piti osin kokeilemalla hakea, sillä, jos vaikka tiedonsiirtonopeutta kasvatti GSD-tiedostoja joutui osalle laitteista vaihtamaan.

Ennen työn aloittamista itselläni ei juuri ollut tietoa kenttäväylistä tai älykkäistä kenttälaitteista. Työ oli todella opettavainen ja tästä on hyvä jatkaa kenttäväylien ja laitteiden kanssa. Työn aikana perehdyin varsin syvällisesti eri kenttälaitteisiin, niiden liittämiseen järjestelmään, sekä niiden parametrintiin ja diagnostiikkaominaisuuksiin.



## LÄHTEET

ABB. 2005. Profibus DP -adapteri, käyttäjän käsikirja. Saatavissa: [http://stevenengineering.com/tech\\_support/PDFs/35MANPBDPAM.pdf](http://stevenengineering.com/tech_support/PDFs/35MANPBDPAM.pdf). Hakupäivä: 20.6.2011.

Easy connect Profibus. 2011. Eepublisher. Saatavilla: <http://www.eepublishers.co.za/article/easyconnect-profibus.html>. Hakupäivä: 3.6.2011.

FDT technology. 2011. FDT group. Saatavilla: <http://www.fdtgroup.org/fdt-technology-what-it>. Hakupäivä: 2.6.2011.

FieldCare käyttöopas. 2003. Oulu. Oulun seudun ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan laboratorio.

Hietanen, Tero 2006. Mittaustekniikan laboratoriotyö, Fielcare. Laboratoriotyöohje. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Introduction to profibus. 2002. Agromag. Saatavilla: [www.kelburn.net/pdfs/profibus\\_introduction\\_698a.pdf](http://www.kelburn.net/pdfs/profibus_introduction_698a.pdf). Hakupäivä: 6.6.2011.

Kenttäväyläkoulutus, OAMK. 2011. PowerPoint-diasarja. Hietanen Tero.

Ohjelmoitavat logiikat. 2011. Siemens. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic.htm](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic.htm). Hakupäivä: 3.5.2011.

Oulun yliopisto. 2007. Johtokyvyn mittaaminen ja säätö, laboratoriotyöohje. Saatavilla: <http://cc.oulu.fi/~posyswww/opiskelu/sytelabrat/tyo6.pdf>. Hakupäivä: 17.5.2011.

Peltomäki, Jussi 2009. Profibus-väylän suunnittelu, testaus ja dokumentointi. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.

Pohjola, Jouni 2006. Automaatioväylä, asiakaslehti. 7/2006.

PI Profibus & Profinet 2011. GSD files. Saatavissa: <http://www.profibus.com/products/gsd-files/>. Hakupäivä: 7.5.2011.

Procentec. 2011. Profibus GSD files. Saatavilla: <http://www.procentec.com/gsd/index.php>. Hakupäivä: 2.5.2011.

Procentec products. 2011. DP/DP coupler. Saatavilla: <http://www.procentec.com/products/productdisplay.php?index=3>. Hakupäivä: 6.6.2011.

Process field bus. 2011. HMS. Saatavilla: <http://www.hms.se/technologies/profibus.shtml>. Hakupäivä: 3.6.2011.

Profibus. 2010. Profibus. Saaavilla: <http://www.profibus.com/technology/profibus>. Hakupäivä: 1.6.2011.

Profibus Cable Stripping Tool. 2011. Procentec. Saatavissa: <http://www.procentec.com/products/productdisplay.php?index=19>. Hakupäivä: 5.6.2011.

Profibus DP/PA Kenttäväyläkoulutus, Rautaruukki Oyj. 2009. PowerPoint-diasarja. Metso Endress + hauser Oy.

Profibus guideline assembling. 2006. PI Profibus & Profinet. Saatavilla: <http://www.profibus.com/downloads/>. Hakupäivä: 30.4.2011.

Profibus Installation Guideline for Commissioning. 2006. PI Profibus & Profinet. Saatavilla: <http://www.profibus.com/downloads/>. Hakupäivä: 3.6.2011.

Profibus Installation Guideline for Planning. 2009. PI Profibus & Profinet. Saatavilla: <http://www.profibus.com/downloads/>. Hakupäivä: 23.4.2011.

Röpelinen, Pekka 2011. Kenttäväylien dokumentointi. Rautaruukki Oyj. Puhelinkeskustelu 3.6.2011.

Siemens S7-300 2011. Saatavilla: <http://www.kollewin.com/blog/simatic-s7-300-digital/>. Hakupäivä. 29.5.2011.

Simatic Step 7. 2011. Siemens. Saatavilla: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic/ohjelmistot/tia\\_portal\\_step7.htm](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/ohjelmistot/tia_portal_step7.htm). Hakupäivä: 3.6.2011.

Tiihonen, Petri 2007. kunnossapito, asiakaslehti. 6/2007.

User Manual Profitrace 2.5.1. 2011. Procentec. Saatavilla: <http://www.procentec.com/downloads/ProfiTrace2-Manual-EN.pdf>. Hakupäivä: 15.5.2011.

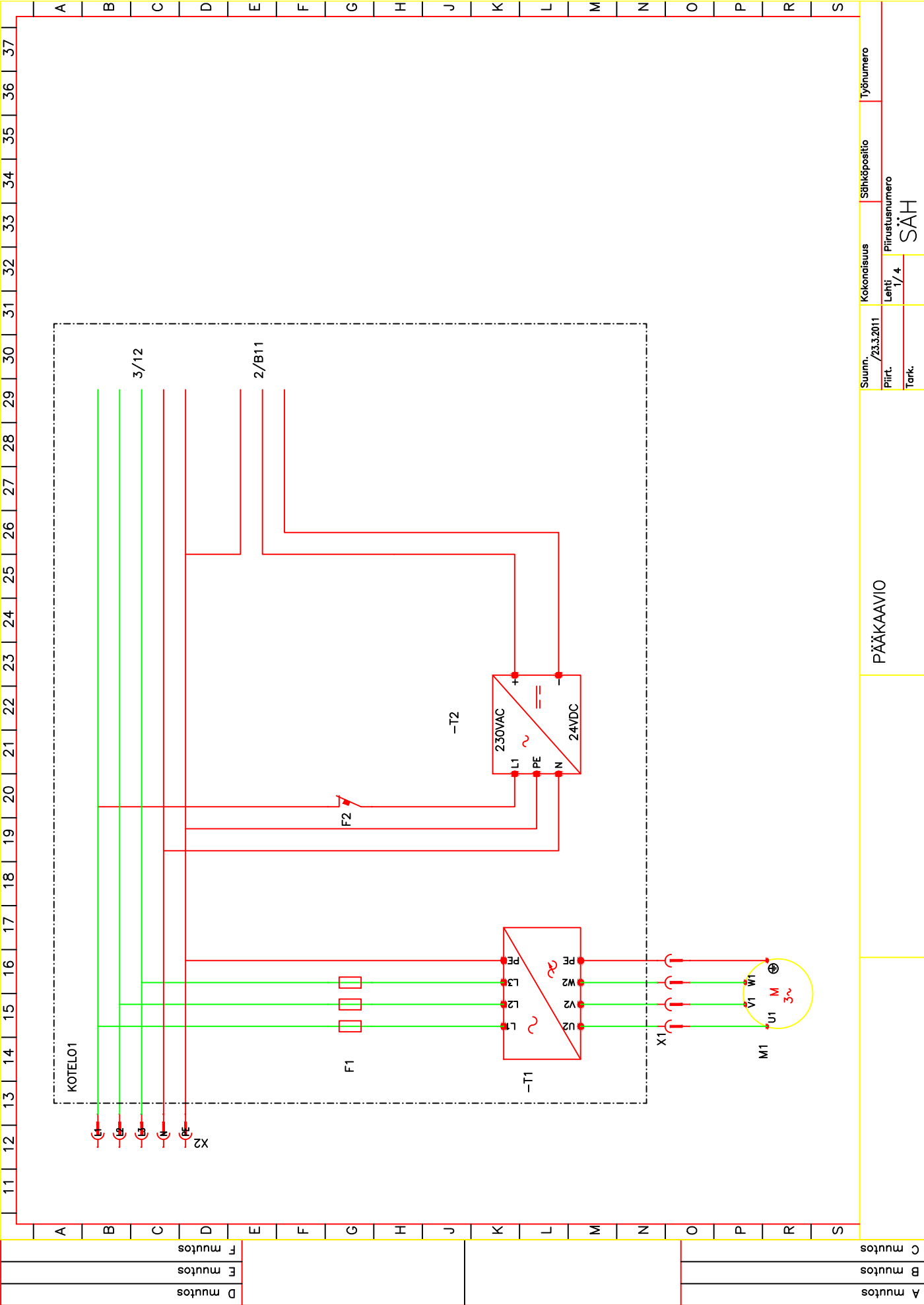
Vacon. 2006. Profibus DP –optiokortti, käyttäjän käsikirja. Saatavissa: <http://www.vacon.fi/File.aspx?id=466328&ext=pdf&routing=396771&webid=396774&name=UD01142A>. Hakupäivä: 1.6.2011.

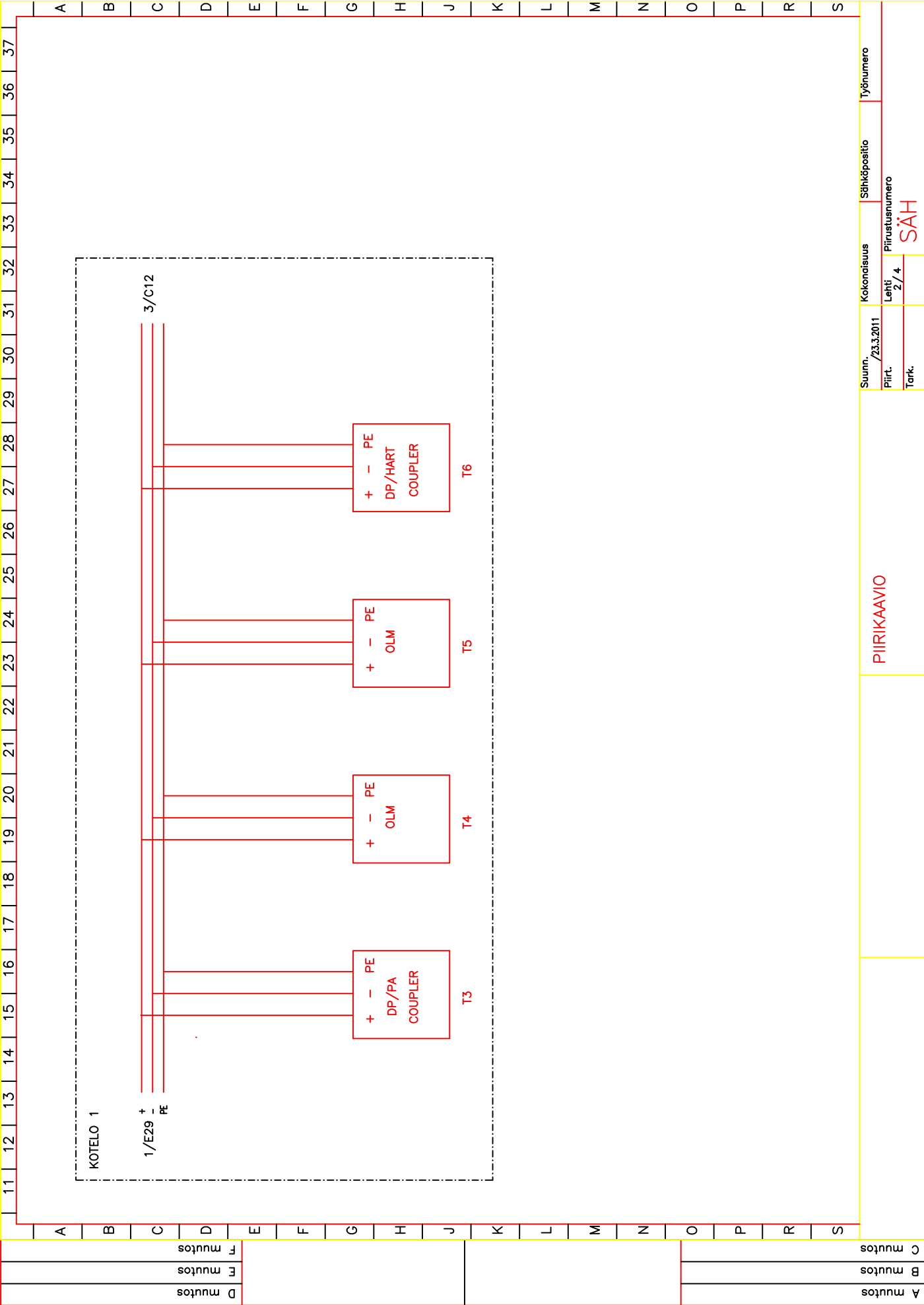
Vacon. 2011. Profibus ajaa Vaconeja. Saatavilla: <http://www.vacon.com/Default.aspx?Id=461144>. Hakupäivä: 1.6.2011.

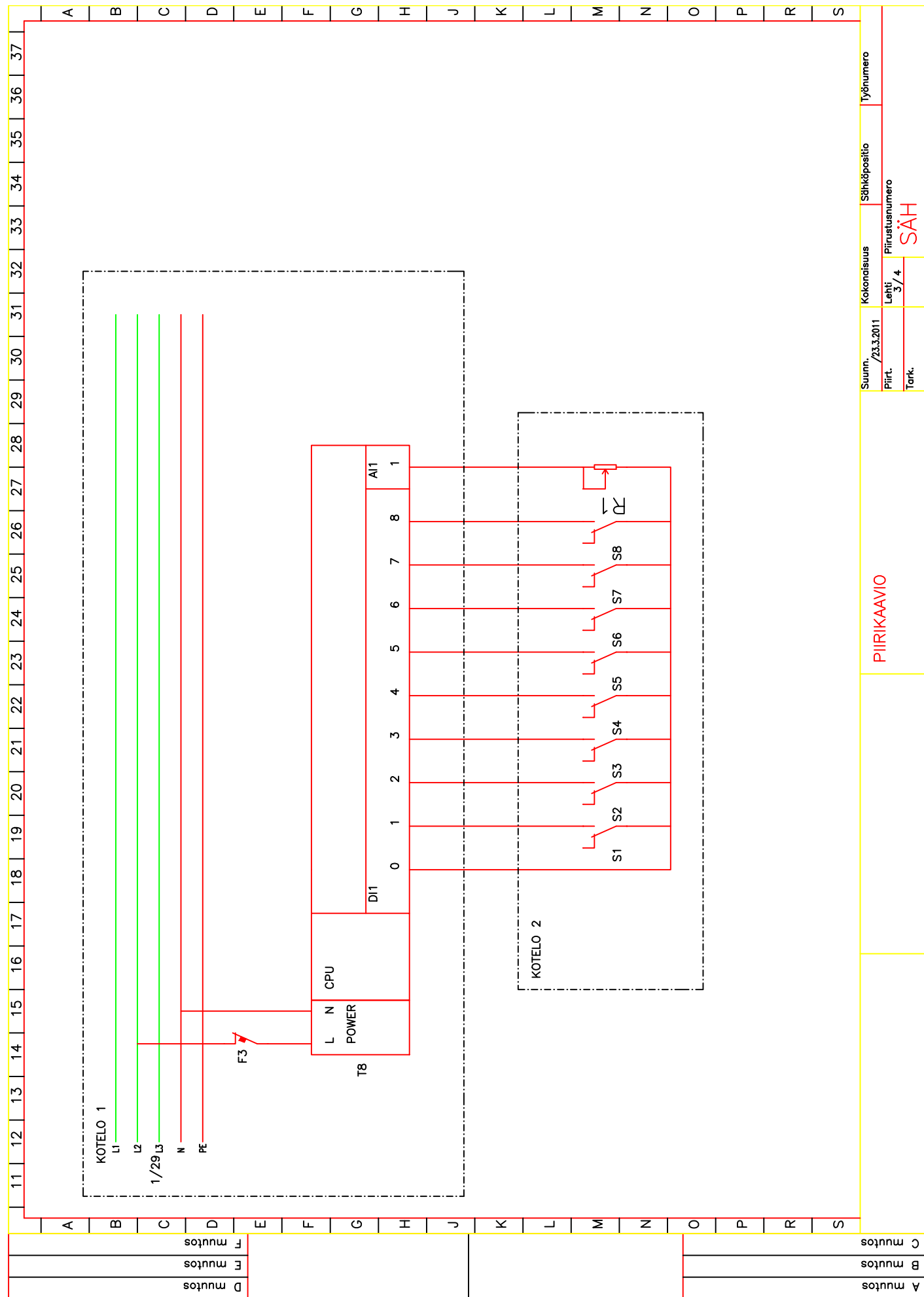
What can I do with ProfiTrace 2. 2011. Verwertraining Ltd. Saatavilla: <http://verwertraining.com/tutorials/what-can-i-do-with-profitrace-2/>. Hakupäivä: 7.6.2011.

## **LIITTEET**

- Liite 1. Pääkaavio
- Liite 2. Piirikaavio
- Liite 3. Liitântäkaavio
- Liite 4. Väyläkaavio
- Liite 5. Sijoituskaavio
- Liite 6. Pikaopas ProfiTrace
- Liite 7. Pikaopas FieldCare

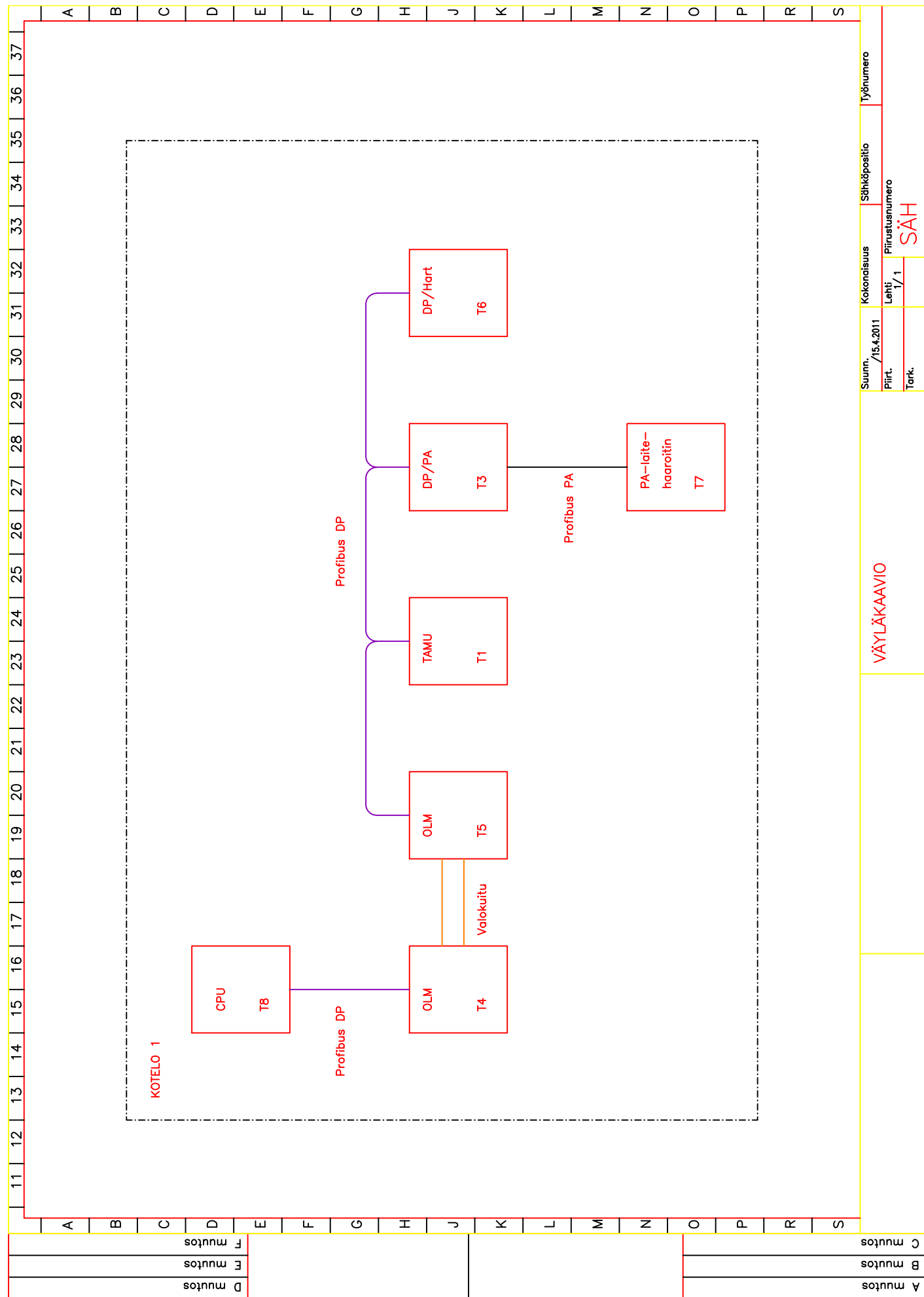












[illegible]

## Pikaohje ProfiTrace

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	3
2 ANALYSAATTORIN LIITTÄMINEN VÄYLÄÄN .....	4
2.1 DP-väylä .....	4
2.2 PA-väylä .....	5
3 KÄYTÖN ALOITTAMINEN .....	6
3.1 Eri valikot .....	6
3.1.1 Profitrace-valikko .....	7
3.1.2 Scopeware-valikko .....	8
3.1.3 Bar graph -valikko .....	9
3.1.4 Topology scan .....	10
4 RAPORTOINTI .....	12

## 1 JOHDANTO

Tämä pikaohje on tarkoitettu ProfiTrace-väyläanalysaattorin käyttöön. Ohje kertoo lyhyesti miten analysaattori liitetään Profibus-väylään ja miten sitä käytetään. Ohjeessa käydään läpi tyypillisimmät Profibus-väylän vianhakuun ja käyttöönottoon liittyvät analysaattorin ominaisuudet.

## 2 ANALYSAATTORIN LIITTÄMINEN VÄYLÄÄN

ProfiTrace-väyläanalysaattori liitetään Profibus-väylään kiinnittämällä Proficore Ultra -moduli tietokoneen USB-porttiin ja modulin toinen pää tutkittavaan väylään.

### 2.1 DP-väylä

DP-väylälle liittyminen tehdään kuvan 1 mukaisesti. Proficore Ultra -moduliin kiinnitetään johto, jossa on D-liittimet molemmissa päissä. Analysaattori voidaan liittää mihin tahansa Profibus DP -liitimeen, jossa on selkäliitin. Suositeltavin mittauskohta on kuitenkin aina segmentin viimeinen laite. Jos liittymiskohdassa on päätevastus päällä tulee ensin laittaa Proficoren liittimen päätevastus päälle, jonka jälkeen voidaan ottaa alla olevan selkäliittimen päätevastus pois päältä.



KUVA 1. ProfiTrace-analysaattorin liittäminen DP-väylään

## 2.2 PA-väylä

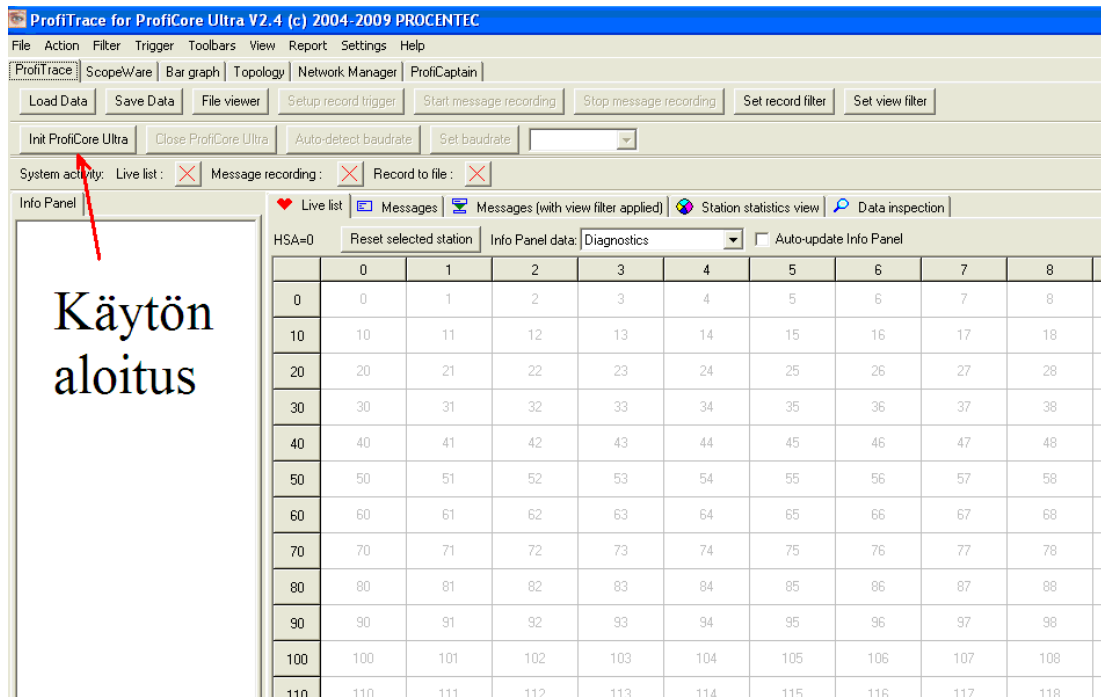
PA-väylälle liittyminen tehdään kuvan 2 mukaisesti. Proficore Ultra -moduliin kiinnitetään PA Prope -liitin, joka kuvassa roikkuu johtojen varassa. PA-mittauksissa joudutaan tyypillisesti liittämään erilliset mittajohdot PA-väylän rinnalle, sillä tässä väylässä ei ole käytössä selkäliittimiä, kuten DP-väylässä. Tässäkin suositeltavin mittauskohta on segmentin viimeinen laite.



*KUVA 2. ProfiTrace-analysaattorin liittäminen PA-väylään*

## 3 KÄYTÖN ALOITTAMINEN

Väyläanalysaattorin käyttö aloitetaan InitProfiCoreUltra-painikkeella (kuva 3).



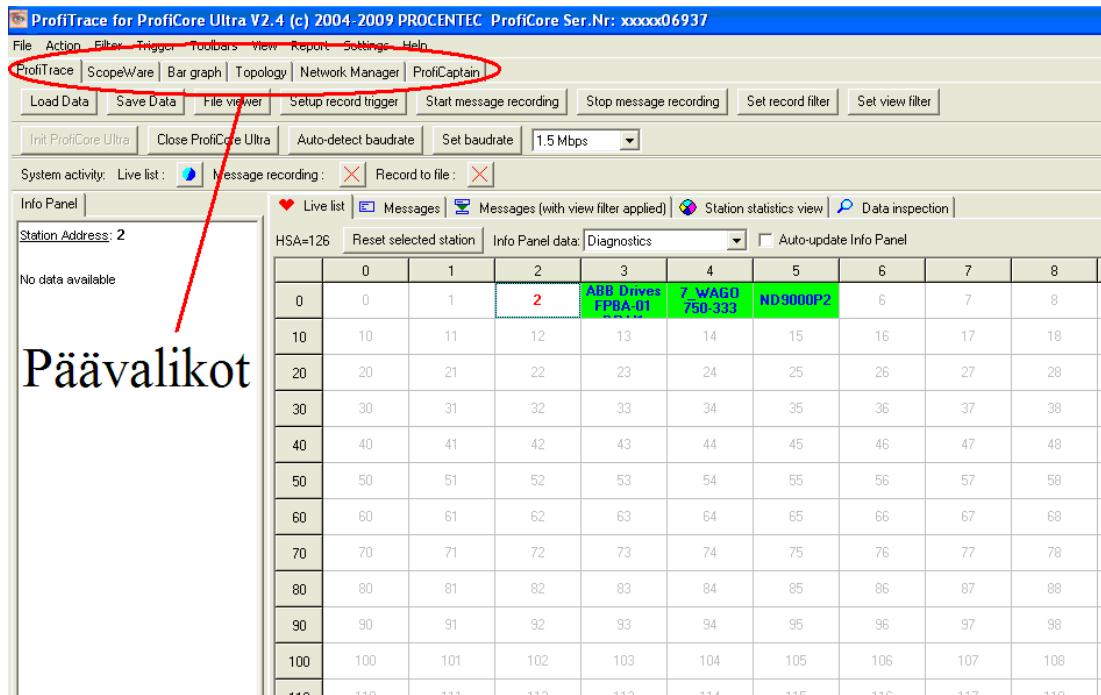
KUVA 3. Käytön aloittaminen

Tämän jälkeen laitteet näkyvät ohjelmassa pelkkinä osoitteina. Jotta laitteet saadaan näkymään oikein analysaattorilla, tulee GSD- tiedostot hakea settings valikon alta, josta valitaan scan GSD-files ja painetaan ok. Tämän jälkeen ohjelman GSD-hakemisto on päivitetty ja laitteet näkyvät väylällä oikein, jos niiden GSD-tiedostot löytyvät. Laitteita voidaan toki tarkastella ilman GSD-tiedostoja pelkkinä väyläosoitteina.

### 3.1 Eri valikot

ProfiTrace:sta löytyy viisi eri päävalikkoa, jotka ovat ProfiTrace, Scopeware, Bar graph, topology scan ja proficaptain (kuva 4).

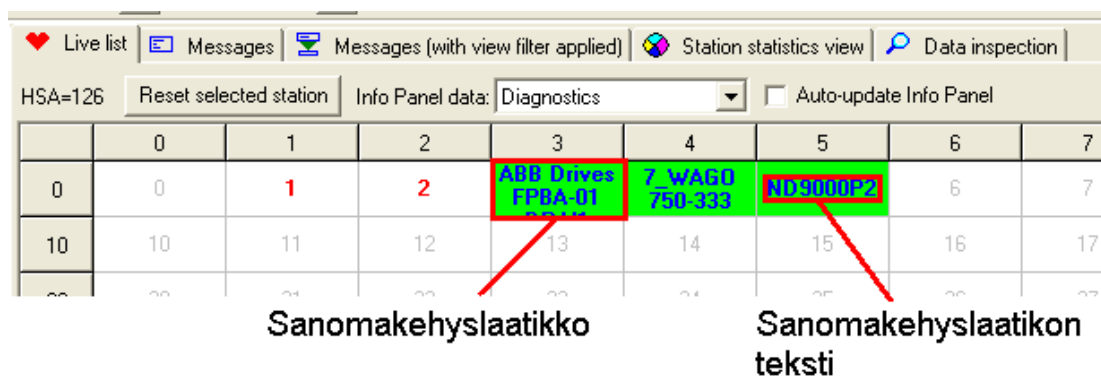




KUVA 4. Väyläanalysaattorin päävalikot

### 3.1.1 Profitrace-valikko

ProfiTrace-valikon alta löytyy seuraavat valikot Live list, messages, statistics ja data inspection. Live list:n avulla nähdään suoraan väreinä useita laitteisiin liittyviä diagnostiikkatietoja (kuva 5).



KUVA 5. Sanomakehys

Sanomakehyslaatikoissa esiintyvät taustavärit kertovat laitteen tilan:

Vihreä: Datan vaihto onnistuu laitteen kanssa

Keltainen: Yhteys laitteeseen menetetty

Punainen: Parametrivirhe laitteessa

Purppura: Konfigurointivirhe laitteessa

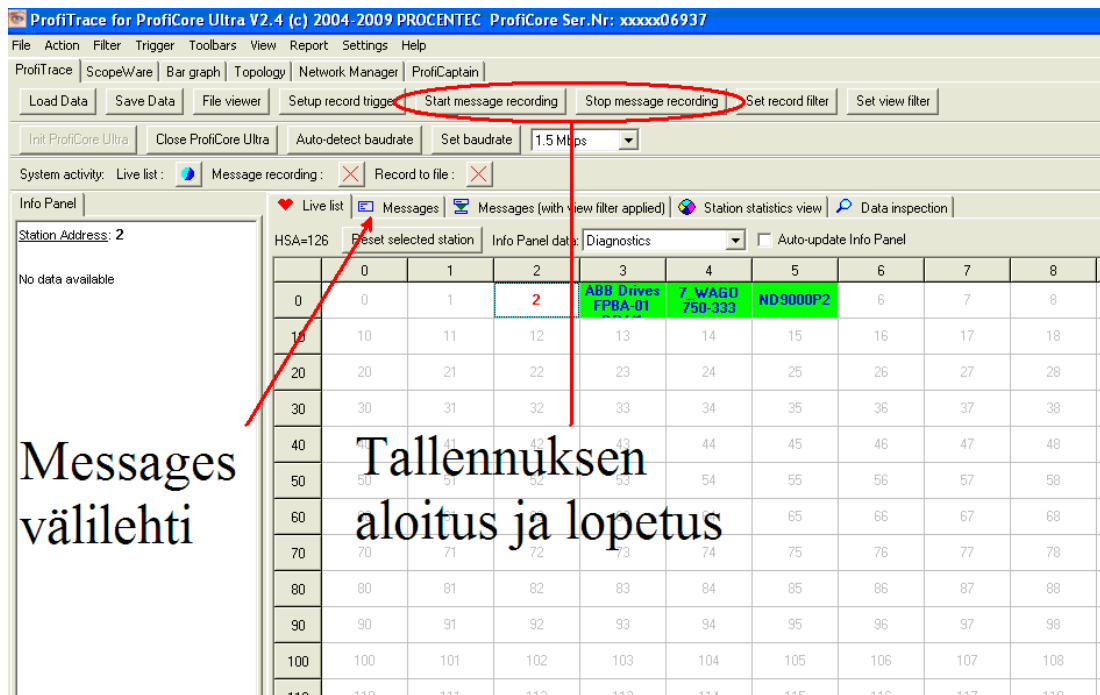
Sanomakehyksen laatikoissa olevat eri tekstien värit tarkoittavat seuraavaa:

Punainen: Master-laite

Sininen: Slave-laite

Harmaa: Osoitteessa ei havaittu laitetta

Messages-välilehdellä voidaan tarkastella laitteiden välistä tiedonsiirtoa. Siinä voidaan valita laitteet joita tarkastellaan ja tallentaa niiden välistä tiedonsiirtoa (kuva 6).

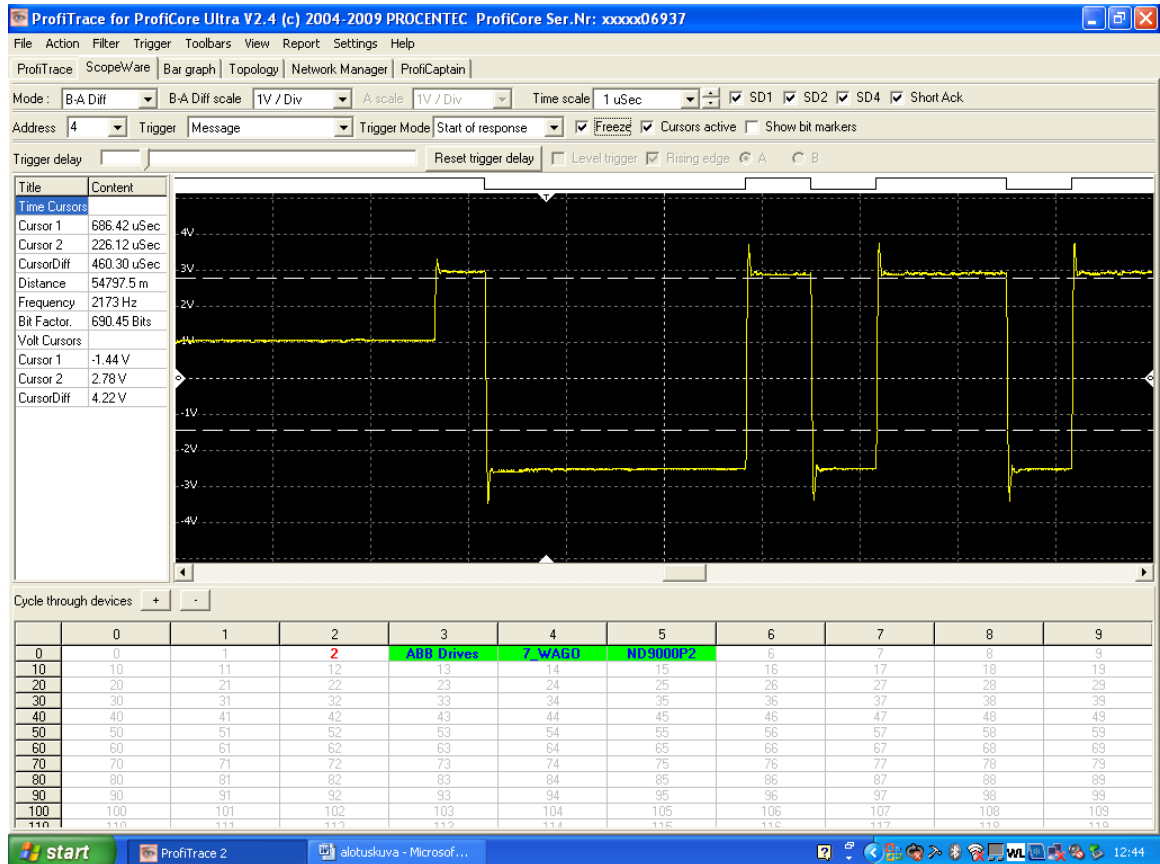


KUVA 6. Messages-välilehti

### 3.1.2 Scopeware-valikko

Scopeware-toiminto on oskilloskooppi, jolla nähdään signaalin käyttäytymisen väylällä. Kuvassa 7 näkyy oskilloskooppi näkymä. Signaalia voidaan tar-

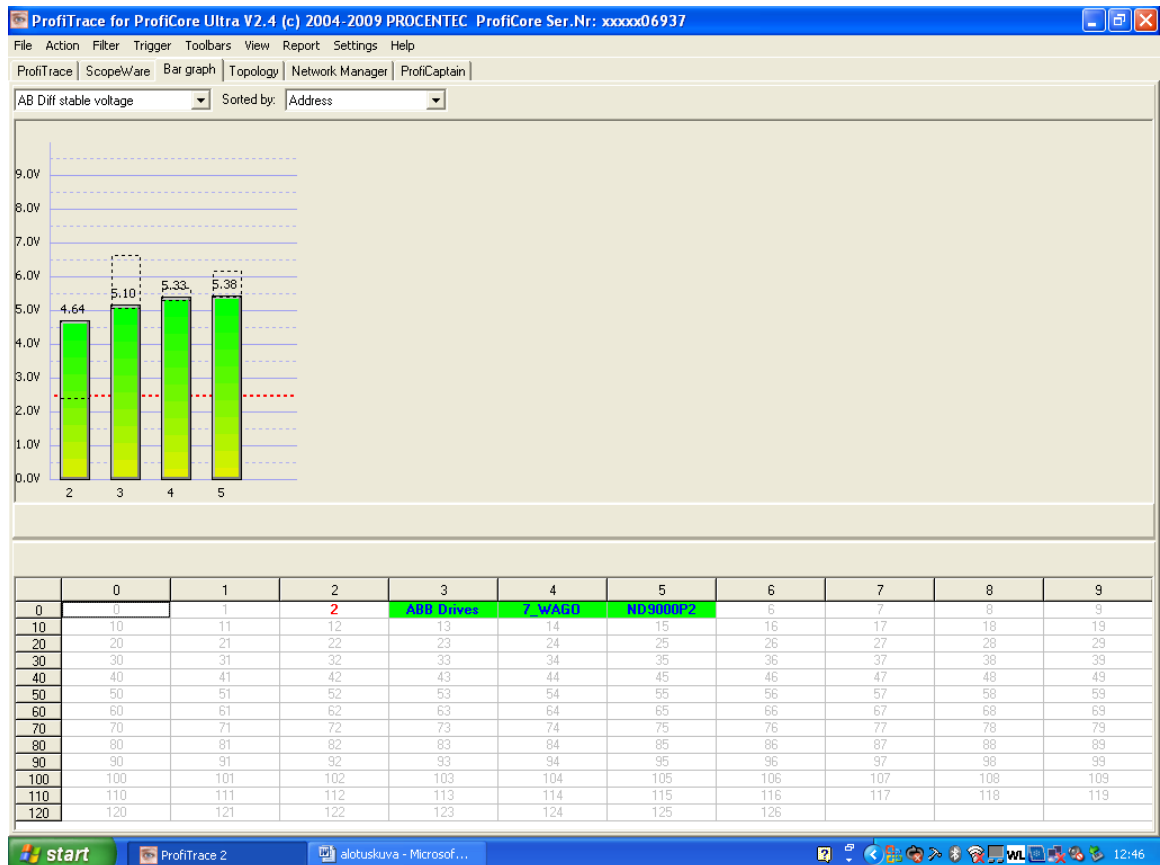
kastella laitekohtaisesti valitsemalla laite kaksoisklikkaamalla haluttua laitetta oskilloskooppikuvan alapuolelta.



KUVA 7. Scopeware signaalimittaus

### 3.1.3 Bar graph -valikko

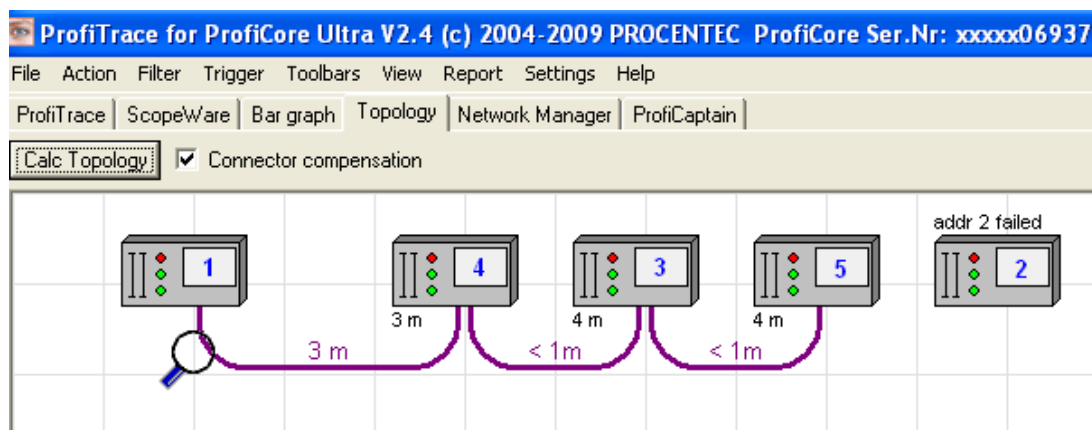
Bar graph -toiminnon avulla nähdään laitekohtaiset jännitetasot ja tätä toimintoa kannattaakin käyttää ennen kuin scopeware:lla alkaa signaalin käyttäytymistä tutkimaan.



KUVA 7. Bar graph -toiminto

### 3.1.4 Topology scan

Topology scan -toiminnon avulla saadaan selkeä kuva profibus DP -väylästä. Siitä käy ilmi laitteiden sijainti ja kaapelin pituudet (kuva 8). Syntyvä topologia piirros näkyy myös automaattisessa raportoinnissa.

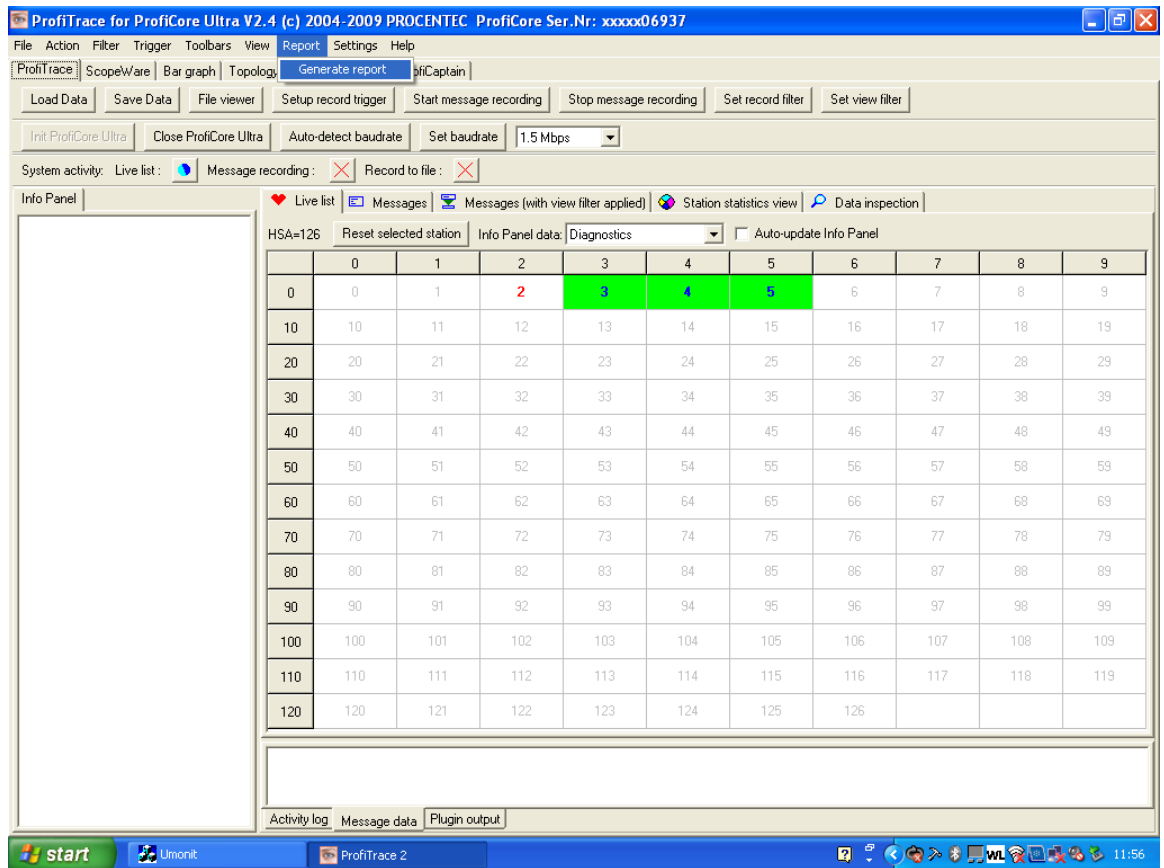


KUVA 8. Topology scan-toiminto

TopologyScan voidaan tehdä Profibus DP -väylälle, jonka nopeus on 500 kbit/s tai 1,5 Mbit/s. Huomattava seikka tässä on, että mittaus tulee tehdä joko väylän ensimmäiseltä tai viimeiseltä laitteelta.

## 4 RAPORTOINTI

ProfiTrace sisältää automaattisen raportoinnin, joka on nopea ja kätevä tapa dokumentoida tehdyt mittaukset. Raportointi tehdään Report-painikkeen alta ja valitaan Generate Report (kuva 9).



KUVA 9. Raportointi

## Pikaohje FieldCare

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	3
2 FIELDCAREN LIITTÄMINEN LAITTEISIIN.....	4
2.1 USB-sovitin.....	4
2.2 Hart-sovitin .....	4
3 KÄYTÖN ALOITTAMINEN.....	6
4 LAITTEEN TESTAUS .....	8



# 1 JOHDANTO

Tämä pikaohje on tarkoitettu FieldCare-työkalun käyttöön. Ohje kertoo lyhyesti miten työkalu liitetään kenttälaitteisiin ja miten sitä käytetään.

## 2 FIELDCAREN LIITTÄMINEN LAITTEISIIN

Fieldcare voidaan liittää älykkääseen kentälaitteeseen USB-sovittimen, järjestelmän tai Hart-sovittimen avulla. Tässä ohjeessa ei paneuduta Fieldcaren liittämiseen järjestelmään.

### 2.1 USB-sovitin

USB-sovittimen avulla voidaan Fieldcare liittää suoraan Profibus DP -väylällä olevaan DP/PA-muuntimeen ja tällöin siitä nähdään kaikki väylällä olevat laitteet (kuva 1).



KUVA 1. Fieldcaren liittäminen DP-väylään

### 2.2 Hart-sovitin

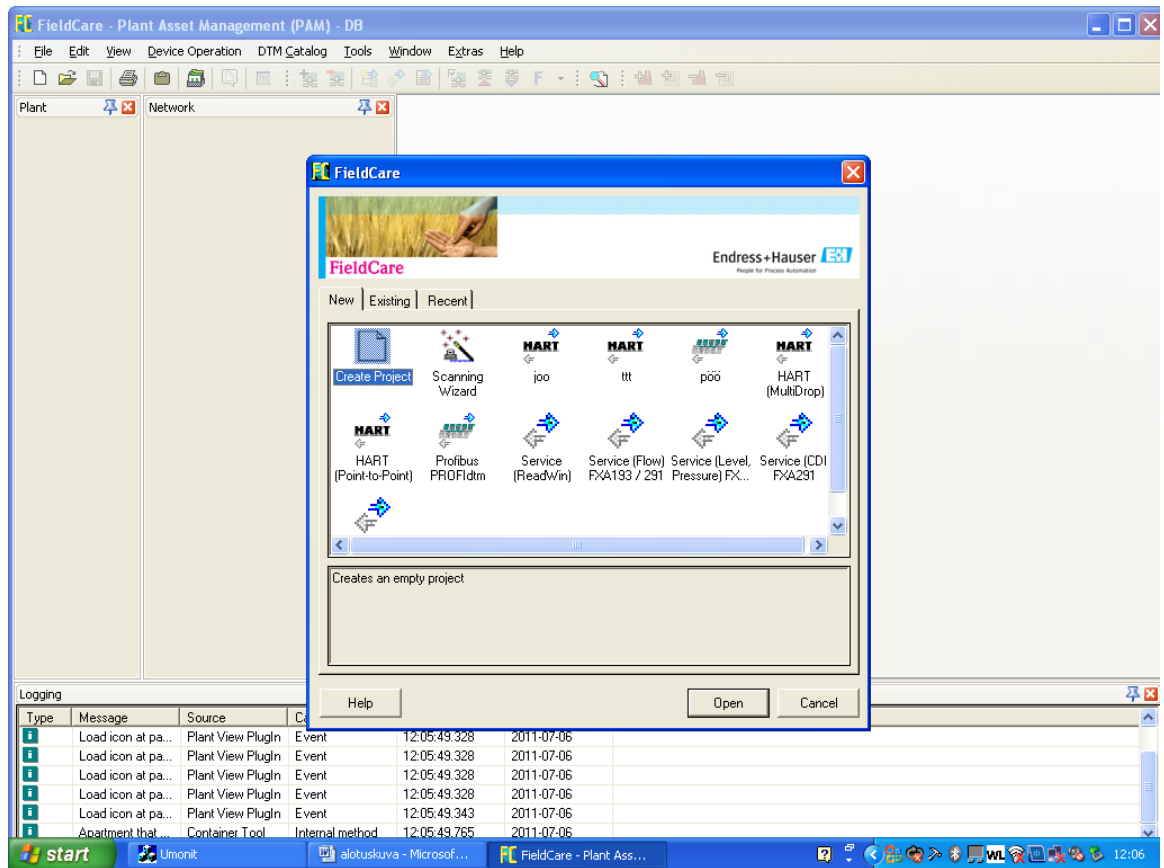
Hart-sovittimella voidaan liittyä vain yhteen laitteeseen kerrallaan. Tutkittava laite ei välttämättä tarvitse olla kiinni Hart-väylässä, vaan sitä voidaan myös syöttää erillisellä 4–20mA:n lähettimellä (kuva 2).



*KUVA 2. Fieldcaren liittäminen Hart-laitteeseen*

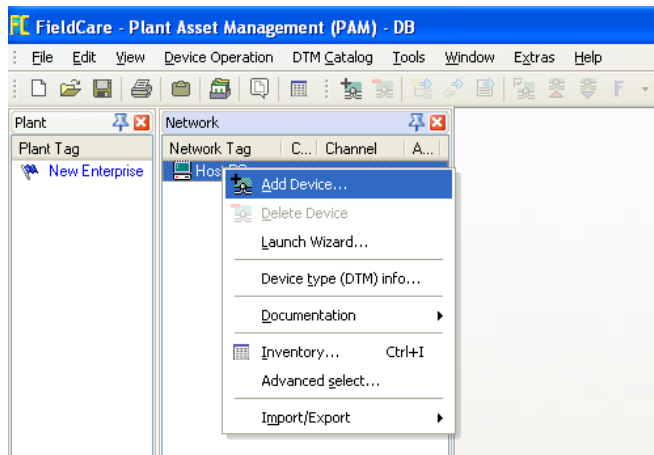
### 3 KÄYTÖN ALOITTAMINEN

FieldCare:en täytyy luoda projekti ennen kuin sillä voidaan tarkastella kenttä-laitteita. Projekti luodaan napsauttamalla aloitusikkunassa Create projekt - kuvaketta (kuva 3).



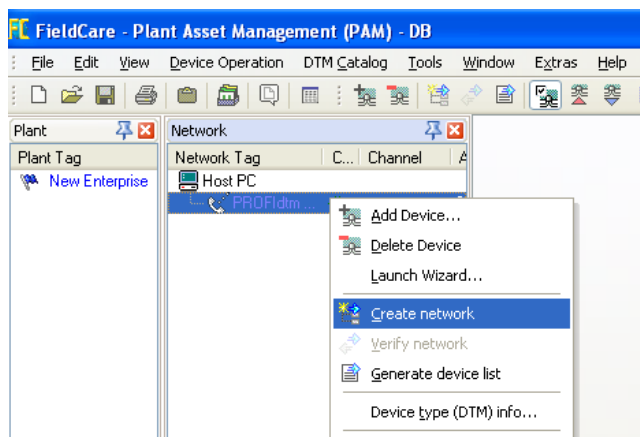
KUVA 3. Projektin luonti.

Tämän jälkeen luodaan laiteverkko. Aluksi tässä valitaan käytettävä sovitin eli joko USB tai Hart. Tämä tulee tehdä käsin Add Device -kohdasta (kuva 4).



KUVA 4. Sovittimen lisääminen

Sovittimen alle lisätään kenttälaitteet joko automaattisesti tai käsin. Helpoiten tämä onnistuu hakemalla DTM:t laitteille automaattisesti Create network valinnalla (kuva 5).

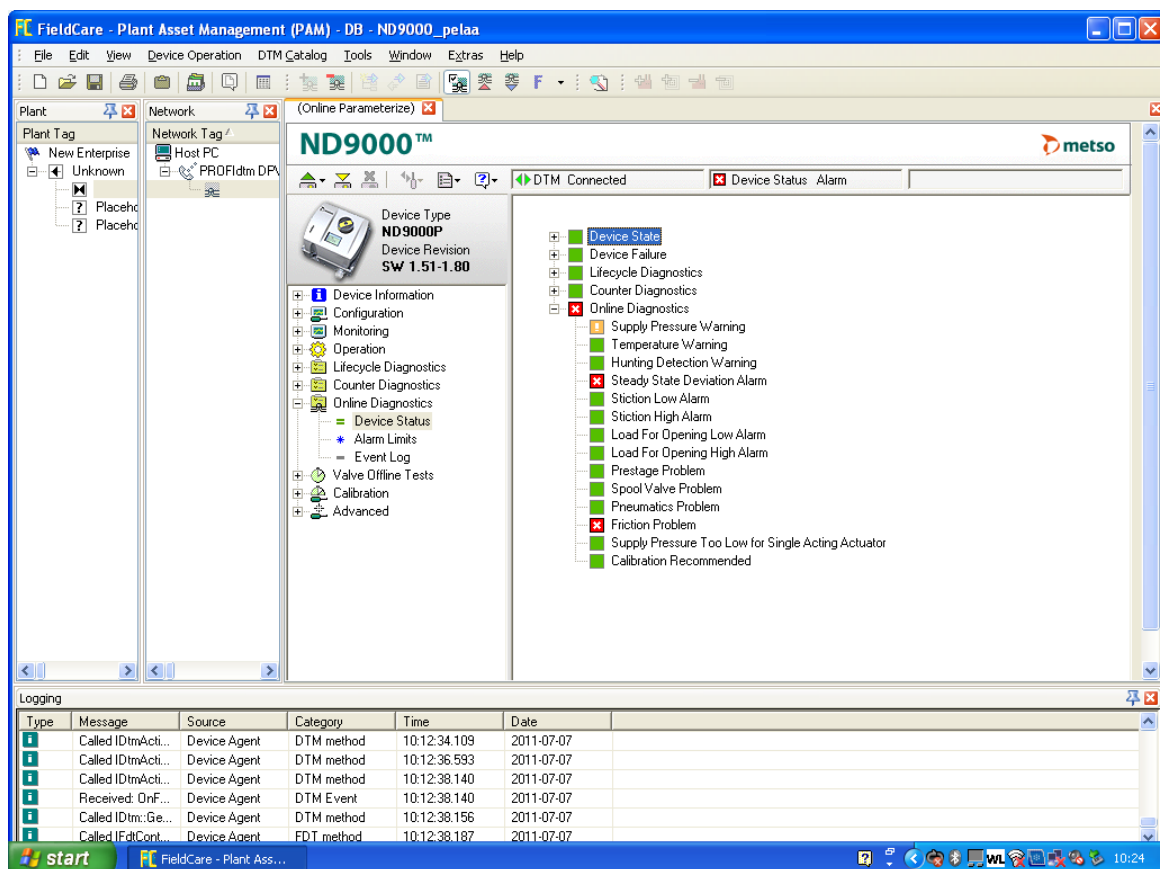


KUVA 5. Laitteiden haku

Automaattinen haku ei aina toimi kaikissa järjestelmissä, jolloin joudutaan hakemaan DTM:t käsin joka laitteelle. Tällöin tulee tietää mitä laitteita järjestelmässä on ja mikä on niiden ohjelmaversio. Laitteet haetaan käsin kuten edellä kuvassa 4. Projekti kannattaa tallettaa kun laitteet on saatu lisättyä.

## 4 LAITTEEN TESTAUS

Kenttälaitteiden diagnostiikkaominaisuudet vaihtelevat suuresti. Tyypillisesti Hart-laitteen ominaisuudet ovat suppeammat kuin PA-laitteen. Laitteille voidaan tehdä yleensä parametrointeja, saada erilaisia tilatietoja sekä kalibroida laitteita, kuvassa alla Neleksen venttiiliohjaimen DTM-ikkuna avoinna (KUVA 6). Venttiili on tässä tilanteessa jumissa ja siitä on lisäksi poistettu paineilma.



KUVA 6. Venttiiliohjaimen DTM-ikkuna